德国 Engelhardt 公司 D22 数控系统说明书

第一章：概述

德国 Engelhardt 公司 30 年来专门从事于多种高质量，高可靠 CNC 数控系统的研究、开发和生产工作。可生产单轴到八轴联动数控系统，既可以控制伺服电机，又可控制步进电机。该系统 CPU 采用 Motorola 工业用 32 位高速微处理器，Lattice 芯片及扩展总线系统，使每一个位置控制周期仅为 0.1 毫秒，控制精度高。同时配有几种软件使之可以控制各种铣、钻、镗床、加工中心、磨床、冲床和切割机等。德国 Engelhardt 公司可生产各种步进电机控制系统，例如工具磨床软件含有许多独道之处和专利技术，在欧洲是应用最广泛的数控系统之一。该公司所有的 CNC 数控系统都是在与机床厂的多年密切配合下开发生产的，并不断完善。因此操作和编程都非常简单实用及扩展能力极强。Engelhardt 公司的 CNC 系统已率先通过 ISO9001 国际质量认证，其产品均符合 CE 标准。八种显示语言使其数控系统在欧美、加拿大、巴西等国被大量采用。

例如瑞士 HPH 集团公司的各种数控工具磨床，ANTON-SYSTEM 公司的铣床、磨床、镗床及 FORACON 公司的激光切割机和水切割机均采用了 Engelhardt 公司的数控系统。

由于 Engelhardt 公司的数控系统操作简单、规范，因此被欧洲的许多职业学校广泛应用于学员培训。同时提供教学专用系统，其主系统可控制 13 个分系统，主系统由老师控制，13 个分系统供学员练习。

D-22 两轴车床数控系统是针对中国国情，按照国内机床厂的要求开发生产出来的，其所有操作方式，面板布局及 G 代码结构均在国内机床厂的协助下进行了调整，更适合国内用户的操作习惯和要求。

本使用说明书介绍了车床专用系统 D-22 的编程方法，与机床的连接和操作规程。通过大量的图示和编程例子使用户能更快地学会使用 D-22 两轴数控系统。

注意事项:

数控机床是由数控系统、机床、驱动系统、刀架等组合在一起的。不同机床厂家对系统均有其特殊的要求，因而不同厂家数控车床的机能、操作、编程等详细情况要以与其对应操作说明书为准。

Engelhardt 公司的 D-22 车床数控系统是一种高度灵活的通用系统。本说明书通过大量的图示和编程例子来介绍 D-22 系统。遗漏和错误之处在所难免，希望用户不断提出宝贵意见，以便不断地完善，同时邀请您来参加沈阳莱茵机电有限公司的培训班。

1.1 车床系统 D-22 的一般操作

用车床 CNC 加工零件时，首先要编制针对具体加工零件的流程图（框图）。然后编程序实现，并在图示方式下先试运行。根据图形运行轨迹来判断 CNC 程序的正确性，一旦确认加工程序准确无误后，才能在自动运行方式下运行该程序。CNC 系统指导进刀机构按 CNC 程序要求的切削路线、速度进行加工，直到一个工件加工完成为止。

1.2 机床参考点及坐标系统定义

1.2.1 参考点定义：

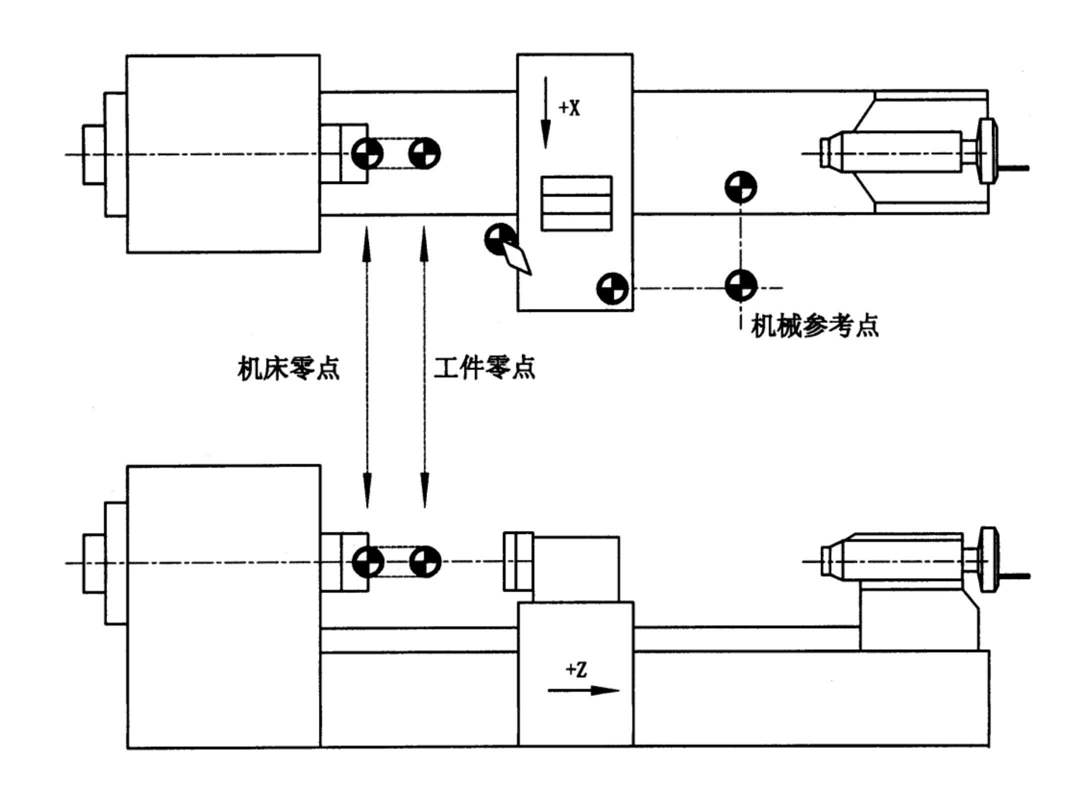


图 1：机械参考点、机床零点、工件零点坐标

图 1 给出了机械参考点、机床零点、工件零点的定义，正确理解他们的定义对于以后编程非常重要。

机械参考点：一般设置在 X 轴和 Z 轴正向限位开关附近。

机床零点：　一般为卡盘中心点。

工件零点：　通常是工件离开卡盘的最远位置。

1.2.2　X 轴和 Z 轴工作空间的定义

下图所示两轴离开卡盘的方向是它们的正方向，其运动范围是机床的工作空间。

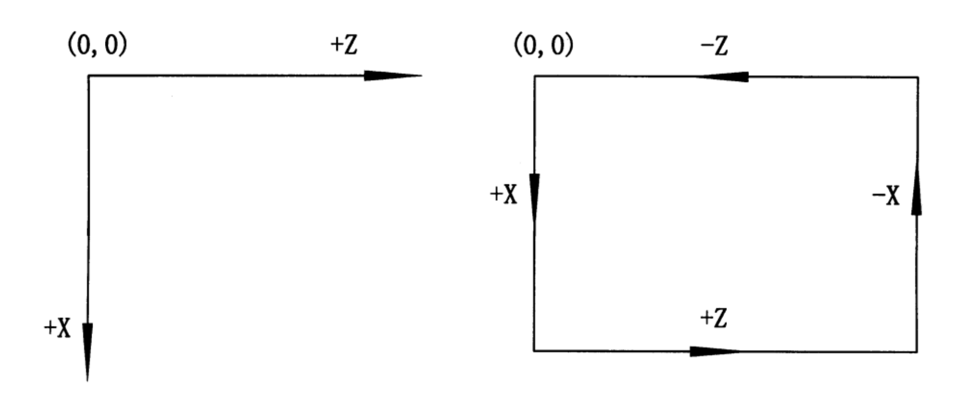


图 2：X 轴、Z 轴坐标方向和工作空间的定义

1.3　CNC 的面板图及操作键定义

1.3.1　CNC 面板图

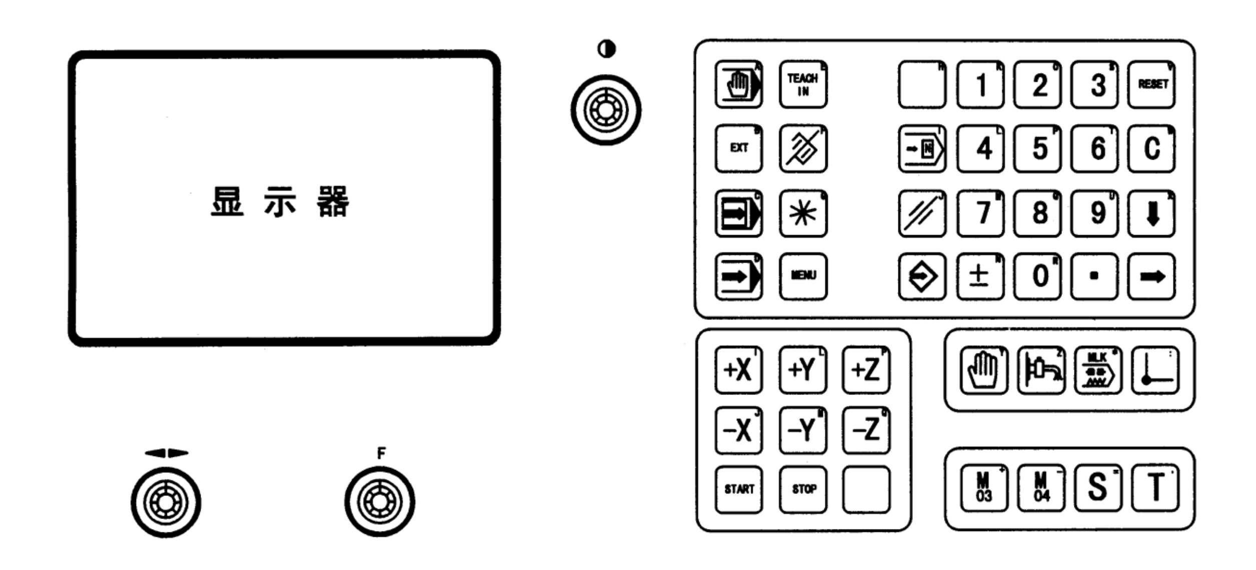


图 3：CNC 面板结构图

1.3.2 手动倍率旋钮与手轮脉冲发生器

在 CNC 系统显示器的下方有两个黑色旋钮，分别为手动倍率旋钮和手轮脉冲发生器。其中标有 F 字样的是手动倍率旋钮，该旋钮可以随意调节两轴进给速度，其最大值时对应设定速度的 100%，最小值时速度为零，其间可实现无级调速。

手轮脉冲发生器是一个上方标有双箭头的黑色旋钮，可以对 X、Z 轴分别进行单步精确定位，每转一个刻度可分别定义为 0.001、0.01、0.1 或 1mm。

在 LCD 显示器的右方有一个黑色的亮度调节旋钮，显示器的亮度可通过该旋钮调节。

1.3.3 操作键定义

MENU 主菜单键（兼复位键），按该键退出其它操作方式并进入菜单状态。

手动操作键；在此方式下可操作进给轴、起动主轴、转刀架、冷却泵等功能。

手动数据输入键；可执行一个语句（即一个 G 代码或一个宏指令）。

TEACH IN 示教操作键；通过运动进给轴来形成一个程序。

自动操作键；程序编好后，在该方式下运行。

EXT 外部数据通讯键；与 PC 机之间进行程序传输。

程序输入键；在该方式下编程、复制、查找、添加、删除语句并改写。

程序删除键；在该方式下进行程序的删除。

图示键；可通过调整放缩倍数图示程序的运行轨迹。

单步操作键；在自动操作方式和图示操作方示下可以进行单步操作。

RESET 复位键；按该键可重新起动 CNC（加工零件时不要按此键）。

START 起动键；可起动某个程序或语句。

STOP 停止键；停止某个程序或语句运行。

冷却键；按该键后，系统自动打开输出口 16 管脚，接通冷却泵。

清除键；在手动方式下清除 X、Z 轴值或改写程序语句。

回编程参考点键；在手动方式下按该键，系统直接启动 P9974 程序。

主轴正转键；按该键系统自动打开输出口 13 管脚，主轴正转。

主轴反转键；按该键系统自动打开输出口 14 管脚，主轴反转。

单程序段查询键；可查找出某个程序中的某条语句。

手动换刀键；按该键起动 P9936 程序，选择不同的刀位。

手动换挡键；按该键起动 P9936 程序，选择不同的主轴挡位。

语句删除键；可删除某个程序中的某一条语句。

机床锁住键；按该键机床不运动，但显示值不断变化（模拟运动）。

纵向排列键；可以显示某个程序的具体内容。

横向展开键；可展开某个 G 代码或宏指令的具体结构。

1.4　G 代码清单：

G00　　快速定位；
G01　　直线插补进给；
G02/G03 圆弧插补进给（输入圆心）；
G04　　延时指令（精度：ms）；
G05/G06 圆弧插补进给（输入半径）；
G09　　附带停止条件的直线插补运动；
G11　　附加功能 F、S、T、M，是内部指令；
G13　　附加功能（M 代码，对输入、输出口操作）；
G20　　无条件跳转指令；
G22　　无条件调用指令（可调 W 次）；
G23　　有条件调用指令（外部输入口作为条件）；
G33　　螺纹功能；
G36　　附加功能 F、S、T、M，可自己编程（程序号：P9936）；
G40　　取消刀尖半径补偿；
G41/G42 左方向或右方向刀尖半径补偿；
G53　　取消坐标平移；

G54 设置坐标平移；

G67/G68 软件限位开关；

G74 回机械参考点；

G75 设置放大倍数；

G76 取消放大倍数；

G78/G79/G81 用户自定义加工循环指令（对应程序号：P9978、P9979、P9981）；

G82 钻深孔加工循环；

G83 切断循环；

G84 内外径车削循环；

G85 端面车削循环；

G86 复合切削循环；

G87 螺纹切削循环；

G88 螺纹清根；

G90 绝对坐标编程；

G91 相对坐标编程，即增量编程；

G92 坐标系设定；

G94 分进给；

G95 转进给；

G96 恒线速切削；

G97 去掉恒线速切削；

1.5 M 代码清单：

M00 程序停止；

M02/M30 程序结束；

M03 主轴正转；

M04 主轴反转；

M05 主轴停止

M08 冷却泵开；

M09 冷却泵关；

M10 卡盘夹紧；

M11 卡盘松开；

M19 等待至所有插补轴停止；

1.6 系统功能列表：

名　　称	功　　　　能	备　注
最小设定单位	任意一个进给轴：0.001mm	软连接
最小移动单位	任意一个进给轴：0.001mm	软连接
最大编程尺寸	9999．999mm	
进给最快速度	任意一个进给轴：24000mm/min　(分进给)	
	任意一个进给轴：0.001~50mm/rev (转进给)	
进给倍率	0~100%，无级调速	
手动控制进给	每次控制一个轴，速度无级调速	
圆弧插补	顺时针或逆时针，可跨象限插补	
螺纹加工	公制：0.1~50mm/rev，直螺纹或锥螺纹	
	英制：1~100 牙/英寸	
直线插补	X、Z 两轴联动	
显示器	LCD 笔记本电脑式显示器，亮度可调	
编辑功能	加功程序的编辑和存储，80 米纸带	EDIT
手动数据输入	可执行任一 G 代码	MDI
示教功能	通过示教输入一个完整的程序	TEACH
图示功能	连续或单段显示程序运行轨迹	DISPLAY
外部通讯功能	通过串行口与 PC 机进行程序交换和控制	
手动功能	点进给：0.001、0.01、0.1、1mm/步	MANUAL MODE
	手动单坐标运行：速度无级调节	
	主轴、冷却泵起动，机床锁住和手动回零点	
延时功能	0.001~9999.999 秒	
单程序段运行	在自动和图示方示下均可	
断电数据保存	有位置记忆功能	
系统报警	刀位、主轴和超程	
电机位置保持不变	关机后重新上电，电机位置不变	
刀补输入法 A	手动测量手动输入	

刀补输入法 B	手动测量自动输入	
坐标系设定		G92
坐标移动	用 G54 进行坐标平移	
变量编程	用变量代替立即数	
宏指令，宏编程	可进行代数和逻辑运算，对显示器、内存进行操作，二次开发潜力大	

1.7 工件程序的编辑和存储：

名　称	功　　　能	备　注
编辑	对某项工作任务进行逻辑编程，形成加工程序	EDIT
程序号调用	优先调用任选的程序号	
程序号输入管理	程序号从 0~9700，可自选	
程序段号自动生成	按给定的段号后自动连续生成新段号	
会话式输入程序	仅需要填入 G 代码名和对应数据	
程序号检索	检索已经输入的程序号	
存储空间指示	显示已有程序号和所占存储空间	
程序段检索	有滚动功能	
插入、删除和修改	有插入、删除和修改功能	
程序调试	有空运行，图示和单段功能	
程序存储	存储空间是 32K，可与 PC 通讯	
程序断电保护	有备用电池	
程序复制和删除	可对已有的程序进行复制和删除	

第二章： 系统操作方式

D-22 车床数控系统共有八种操作方式，每种操作方式均有对应的汉语显示界面，系统上电自检后，自动进入主菜单显示界面。按菜单键"MENU"或按复位键"RESET"进入主菜单显示页面，LCD 显示器上显示出下面八种操作方式：

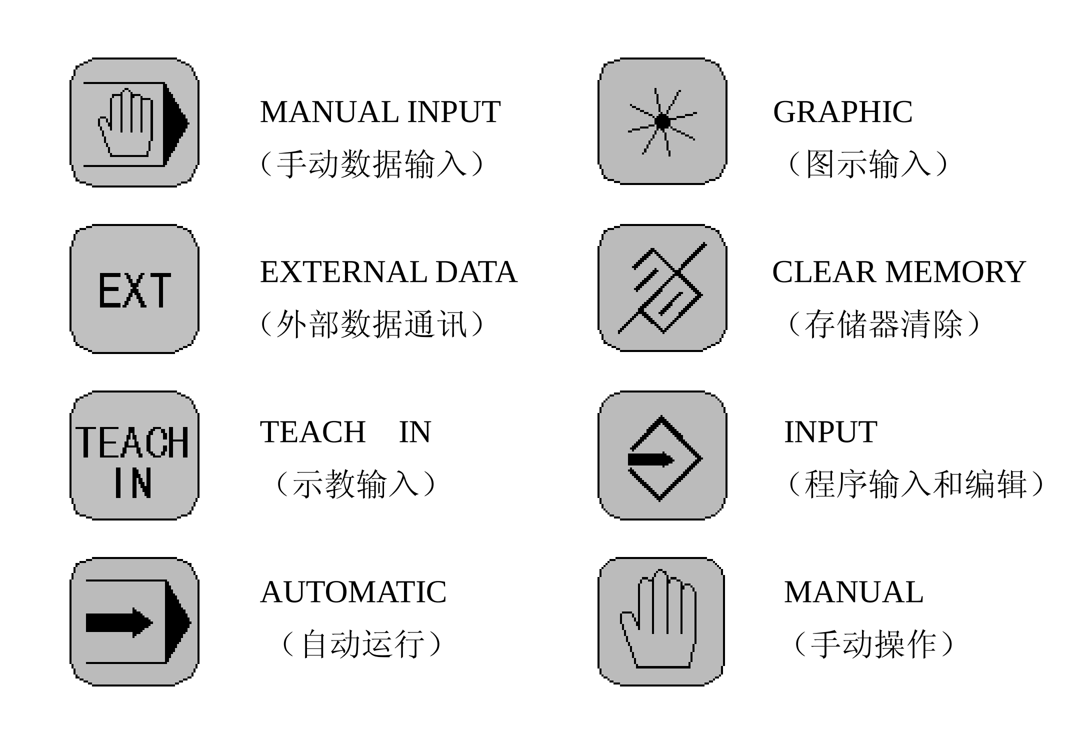


图 4：CNC 主菜单界面（八种操作方式）

*上图中每一种操作方式对应控制系统面板上的一个按键，LCD 上显示的图形与实际按键形状相同；

*在菜单方式下按八种方式中的任意一个键就选择并进入对应的操作方式；

*电源的接通和切断：
按面板上的电源开关来接通和切断 CNC 的电源。

*急停开关：

按急停开关来切断 CNC 的电源，也可以给主轴电机及驱动器下电。

2.1 手动操作方式

2.1.1 进入手动操作方式

在主菜单状态下，按手动操作键进入手动操作方式，手动操作方式页面如图 5 所示，在该方式下按菜单键“MENU”返回主菜单页面。

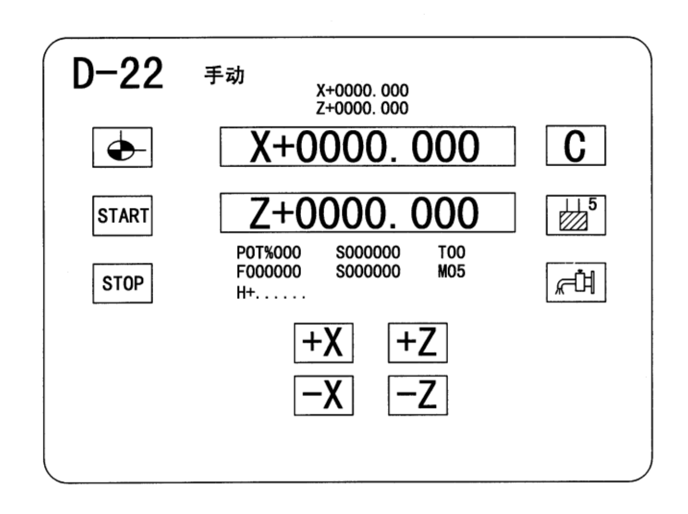


图 5：手动操作方式显示页面

在 CNC 数控系统面板的左下方有两个黑色旋扭，分别为手动倍率旋扭和手轮脉冲发生器。其中旋扭上方标有“F”字样的是手动倍率旋扭，该旋扭可以随意调节进给速度，其最大值时对应设定速度的 100%，最小值时对应的速度为零，其间近似无级调速。

手轮脉冲发生器是一个上方标有双箭头的黑色按扭，可以对 X 轴，Z 轴分别进行单步精确定位，每转动一个刻度可移动:0.001、0.01、0.1 和 1mm。

在页面中显示了 X、Z 轴坐标，四个方向键（Y 轴键为空白键），起动、停止、回零点、清除键、主轴和冷却泵的状态，当前倍率值、实际进给速度、主轴速度和手轮脉冲发生器调整精度等。

在手动操作方式可以进行下面几项操作：

2.1.2 连续进给任意一个轴

方式 A：

1、停止状态下，先把"速度倍率旋钮"F 调到最小；
2、选中某一轴的方向按键（例如：+X），选中轴在显示器上变亮；
3、按启动键"START"；
4、调节"速度倍率旋钮"F，使进给速度不断加快, 最大移动速度是 G00 的速度；
5、按"STOP"键停止进给运动, 并且方向键亮度清除。

注： 速度倍率旋钮的分辨率很高近似无级连续调速。
在高速运动时，按"STOP"键后不能马上停止运动，而是按机械数据中设定的减速值来逐渐减速直到停止。

方式 B：
1、停止状态下，先按启动键"START"；
2、任选某一轴的方向按键，如按+X 键，手不要松开，则 X 轴以 G00 速度向正方向运动；
3、手离开按键，运动停止。

注： 最大移动速度是 G00 的速度，但实际速度可用"速度倍率旋钮"F 调节。

在高速运动时，手离开后不能马上停止运动，而是按机械数据中设定的减速值来逐渐减速直到停止。

方式 C：（用手轮脉冲发生器单步进给）
1、单步进给时， 手轮每转一个刻度可对应进给轴移动： 0.001、0.01、0.1 或 1mm，该四种状态可以设定；
2、单步进给量在 LCD 上以 H+0.000 形式显示出来，按+X 键选择 X 轴，按+Z 键选择 Z 轴；
要 X 轴进给则按+X 或 -X 键：
第一次按+X 键，H 值对应 0.001，LCD 上显示 H+0.001；
第二次按+X 键，H 值对应 0.01，LCD 上显示 H+0.010；
第三次按+X 键，H 值对应 0.1，LCD 上显示 H+0.100.
第四次按+X 键，H 值对应 1，LCD 上显示 H+1.000
如再连续按-X，则过程相反。
3、转动手轮，被选中的轴按 LCD 上的 H 显示值，一步一步进给。手轮转动的方向决定了进给方向，如果顺时针转动为正向，逆时针转动就为反向。

2.1.3 清除当前 X、Z 轴坐标值
清除当前显示值的办法是：

1、选择要清除的进给轴，如按"+X"或"-X"，则选择 X 轴；如按"+Z"或"-Z"，则选择 Z 轴；
2、选中任意一个进给轴后，按两次"C"键，该轴的显示值被清为“0”。

2.1.4 限位开关

在进给时，如 X、 Y 或 Z 轴到了软限位开关位置，或压上了机械限位开关，则 CNC 停止进给，并且给出报警信息：

如：Limit Switch +Z；

Error：7E Limit Switch 0001；则表示 Z 轴压上了正向限位开关，此时该轴只能向相反的方向运动。

2.1.5 设置编程参考点及回编程参考点 （对应 9974 程序）

与机械参考点的区别：

机械参考点：在 CNC 机床上选择的机械位置，一般在正向限位开关附近，在此位置进行坐标系的重新设定，将此位置称为机械参考点。

编程参考点：根据加工所用刀位和被加工工件的尺寸来选择的参考点，在此位置进行换刀或装夹刀具，原则上任何一点都可以选作编程参考点。

设置编程参考点：

按参考点键两次后（启动 P9974），显示器上马上提示"SET HOME POSITION"和" MOVE HOME"，它表示按输入键用于设置参考点，按参考点键则是回参考点。此时按输入键则把当前的 X 轴、 Z 轴的坐标值作为参考点存储起来。在没有重新选参考点，或人为改变它之前，它的数值不改变。

回编程参考点：

出现提示" MOVE HOME"后，按参考点键则 X 轴、Z 轴同时回到上次设定的编程参考点位置，如人为地用 G92 把参考点的位置设置成任意值，参考点的机械位置也会改变。

2.1.6 手动起、停主轴，冷却泵及选择主轴挡位、刀位

*主轴起停：

主轴的转动方向可以按主轴正转键“M03”和反转键“M04”来定，按正转或反转键后，显示器上该键变亮并显示对应的主轴状态 M03 或 M04，主轴开始转动，如再按一下该键，则主轴停止转动，显示器该键亮度清除并显示 M05。主轴的实际转动速度由它现在所在的机械挡位决定。

主轴转动速度由主轴挡位键 S 来定（实际执行 P9936 程序中 S 参数），按 S 键表示选择主轴挡位，接着按数字 1 至 12 来选择主轴对应的挡位，这里有 12 挡位。挡位数量由用户自己来定，该方式为手动方式，自动方式下可按 G36 指令执行。

当主轴由变频器驱动时，转动速度值由 G36 设定（实际在 P9936 中调用 G11 指令），主轴挡位数及换挡方式和每挡对应的转速范围可按用户要求来实现。

例：G36　F…200　S1500　T31　M03

F 参数表示设定进给速度为 200 mm/min，S 表示主轴速度为 1500 转/分（最大转速值可在机械数据中 N901 语句 X 参数设定），T 表示第 3 号刀具 1 号刀补，M03 为主轴正转。

*手动给和关冷却液：

按冷却键则给冷却液，显示器上该键变亮。再按一次冷却键则停冷却液，显示器上该键亮度消失。

*手动换刀位：

手动换刀通过按刀位键“T”（实际执行 P9936 中的 T 参数）来进行。显示器上显示被选定刀位号，反复按刀位键 T，显示出对应的 T10、T20、T30 和 T40，并进行换刀。刀补要在编程方式下 P9900 程序中设置，也可以改为按 T 键选择刀位后接着按数字 1 至 9 来选择刀位及对应的刀补。换刀方式也可按用户的要求来实现，最多 8 把刀。

*机床锁住：

按机床锁住键“MLK”，显示器上出现 MLK 字样，所有进给轴不再移动，但显示值在不断变化。

再按机床锁住键，显示器上清除 MLK，释放进给轴的运动，X、Z 轴的显示值变回原值。

注：它用于程序的试运行，由两个轴的显示值来判断程序的正确性。

在自动方式下的机床锁住方法：先在手动输入或手动操作方式下按机床锁住键，然后直接按键进入自动方式。机床锁住仅仅在手动输入和手动操作方式下，并且三个轴处于停止方式下进入和退出。

2.1.7 进入手动数据输入（MDI）方式和自动操作方式

手动操作方式、手动数据输入方式和自动操作方式间可以不通过主菜单而自由切换。由一种方式进入另一种方式，只需按对应的操作键即可。

2.2 手动数据输入（MDI）

在主菜单状态下，按手动数据输入键进入 MDI 方式，按菜单键"MENU"退出该方式，MDI 方式下的显示页面如图所示：

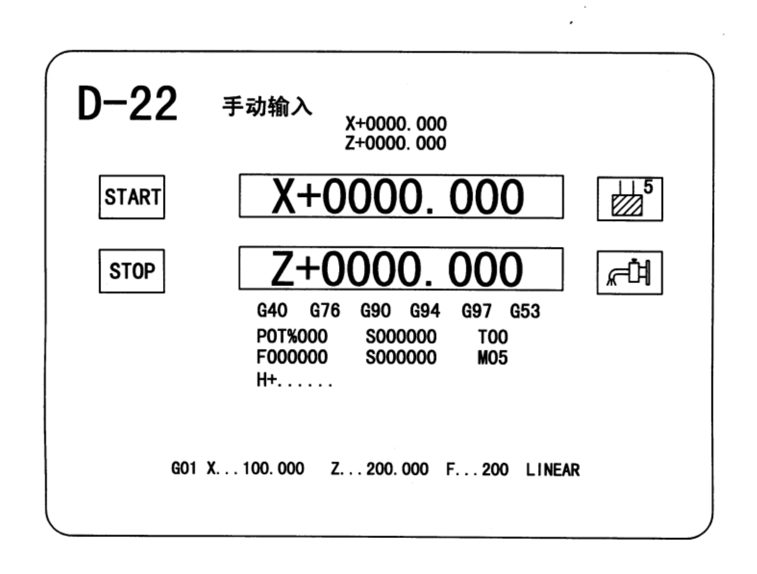


图 6：手动输入方式显示页面

G40、G53、G90、G94、G76 和 G97 是开机时的状态，是模态量即默认状态；分别表示为：去掉刀尖半径补偿；去掉坐标平移；绝对编程；分进给；去掉放缩倍数和取消恒线速切削。

F 表示进给速度，上行 F 是设定值，下行 F 是实际进给速度值；

S 表示主轴速度，上行 S 是主轴挡位，下行是来自主轴编码器的实际转速值。如用变频调速则上行 S 为设置的电机转速；

T 表示刀具号和刀补号；

M 表示主轴状态：M03 主轴正转。M04 主轴反转，M05 主轴停止；

在 MDI 方式下可以执行任意某个 G 代码和宏指令，但每次只能执行一个指令。

2.2.1 执行 G 代码

1、进入 MDI 方式，自动出现 G00，光标在 G00 上；

2、在光标位置输入任意一个 G 代码，如 G01、G03、G54、G53 等；

3、按→键 CNC 自动显示 G 代码的完整句子结构，并提示出要输入的变量；

4、按→键移动光标，在变量名后输入参数值；

5、输入所有参数值后请检查输入值是否正确。如有错误，请移动光标到错误位置，重新输入正确的参数值；

6、确认输入正确后按起动键 START，立即执行此 G 代码。

注：如输入参数值太少，使该 G 代码无法执行，按起动键则 CNC 马上报警，并提示 "Error, Check Block! 0001"。

2.2.2 换刀位和刀补 G36

执行 G36 F..... S..... T..23.. M...，换第二把刀及 3 号刀补。

注： Txy 中 x 表示刀位号，1≤x≤8； y 表示刀补号，0≤y≤9，Tx0 表示无刀补。

2.2.3 启停主轴及设定主轴转速

1、输入 S 和 M 参数。

G36 F.....S.3.....T…...M03.....

2、按启动键"START"来执行 G36，主轴挡位 3 挡，主轴正转。

执行如下功能：

G36 F.....S.3....T..…. M05..... （主轴停止转动，并显示 M05）。

2.2.4 输入进给速度

1、输入 F 参数

G36 F.200..S…...T……M....

2、按启动键“START”执行，进给速度是 200mm/min，显示器上显示 F200。

2.2.5 供给冷却液

执行 G36 F..,...S..,...T....M.08 则给冷却液，显示器上该键变亮。

执行 G36 F..,...S..,...T....M.09 则停止给冷却液。显示器上该键亮度消失。

2.2.6 限位开关（与手动方式相同；见 2.1.4）

2.2.7 机床锁住（与手动方式相同；见 2.1.6）

2.2.8 进入手动操作方式和自动操作方式（与手动方式相同；见 2.1.7）

2.3 示教方式

示教方式可以帮助操作者很简单地通过操作来产生一个程序。在这个程序中可以用所有的 G 代码，G 代码的变量中仅仅 X、Z 值可以通过操作并把显示器上的 X、Z 值自动输入 G 代码中，其它的参数值必须手动输入。下图是示教方式下显示页面。

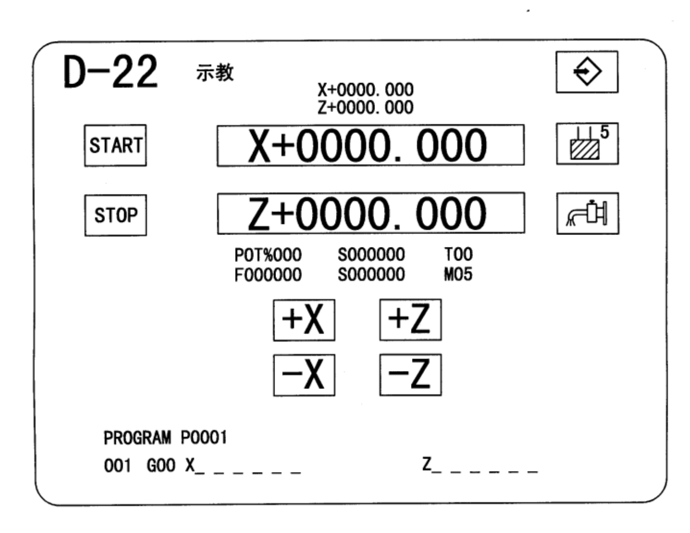


图 7：示教方式下显示页面

2.3.1 示教操作

1、按示教方式键 TEACH IN 就进入示教方式。这时显示器上提示操作者输入程序号；

2、输入程序号后，按“→”键把程序号存起来；

3、产生一个程序段，如 N001 G00 X....... Z......：

4、输入示教的 G 代码，如 N001 G01 X....... Z..... F.......；

5、移动光标到 X、Z 参数，如 X；

6、按启动键，到要求的位置时；

7、按停止键，自动把当前的 X 值代入 G01 的 X 变量中；

8、重复 5 到 7 输入 Z 值，如有其它参数，如圆弧半径手工输入后按“➾”键把该程序段存起来；

9、重复 4 到 8 产生一个完整的程序。

2.3.2 修改当前程序段

如输入的数值要修改，可以按键→移动光标到要修改的位置，输入要修改的参数值。通过示教方式产生的程序可以在程序输入和编辑方式下进行修改。

2.4 自动操作方式

在菜单方式下按自动操作方式键进入自动操作方式，显示器的显示内容如下图。自动操作方式下允许调入并执行一个程序，按菜单键"MENU"退出自动操作方式。

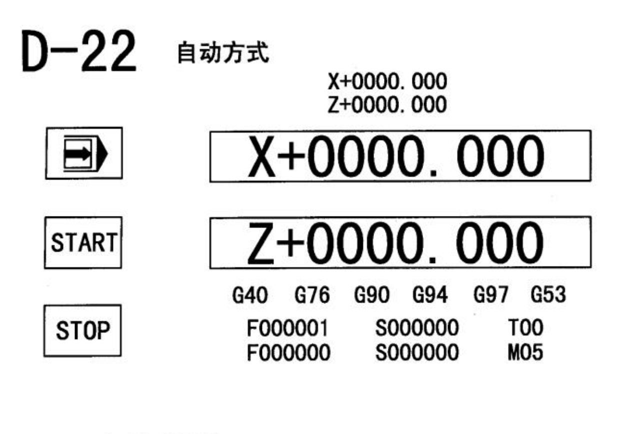


图 8：自动操作方式时页面

2.4.1 执行一个完整的程序

1、按键进入自动操作方式；

2、输入程序号；

3、把"速度倍率旋钮"F 调到最大位置，为了安全也可以由小不断调大，正常情况下调到最大值；

4、按启动键来执行这一程序（执行完后 CNC 显示出运行时间）；

注：在车削工件过程中不要调速度倍率旋钮"F"，以免影响工件表面光洁度。

通过反复按起动键一个程序可以多次反复执行。

下面是自动执行程序 P0001 某一时刻的页面：

N004：　正在执行的程序段　　F00201：　进给速度（mm/min）

S1350：　主轴速度（转/分）　　M03：　主轴状态（正转）

S0008：　主轴挡位（8 挡）　　T21：　2 号刀位，1 号刀补

如果任一轴超过设定的软限位开关值或压到机械限位开关，则 CNC 停止两轴的运动并显示出错误信息：超过软限位开关或压到机械限位开关。

2.4.2 停止执行一个程序

1、按停止键 STOP，进给暂停（显示页面和内容都不变，主轴连续转动）。

2、按起动键 START，CNC 接着运行（一旦进入其它操作方式 CNC 就无法再接着运行）。

注：不允许按菜单键来停止运行，以免打刀，若想返回主菜单，必须先按停止键。

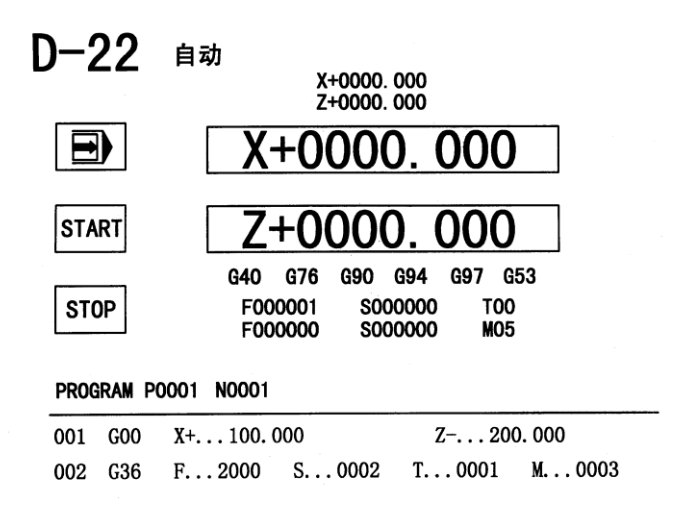


图 9：自动方式执行程序时的页面

2.4.3 执行一个程序的部分程序段

1、按 [➡] 键进入自动操作方式；

2、输入程序号；

3、通过按→键可选择任意一程序段号作为开始段；

4、按起动键 START，CNC 从开始段执行到最后程序段；

这一方式有其特殊的用途：当一个工件没有加工完就突然断电时，上电后可以接着加工，这时先要根据当前的 X、Z 值推算出断电时所在的程序段，从这一程序段开始运行。

2.4.4 单步操作

1、按 [➡] 键进入自动操作方式；

2、输入程序号，按单步操作键[➡] 进入单步操作方式；

3、按起动键 START，每按一次启动键 START 执行一个程序段，这样可以逐段执行一个程序。

单步操作主要用于检验程序的正确性和运行的安全性。

2.4.5 选择性关掉显示内容

用 G13 中的 M 代码可以选择性关掉显示内容。如用 M2241 来关闭运行显示,，用 M2242 来关闭子程序的显示， 用 M2246 来关闭键盘，用 M2243 来关闭速度倍率旋钮"F",这样可以加快程序执行速度。

2.5 外部数据通讯（EXT）

该方式用于 CNC 和 PC 机间的程序传输，这一传输过程通过 RS232 串行口进行，接口的连线见第六章。在程序传输前， PC 机上必须装有 Engelhardt 公司的通信程序 Dienst 软件。

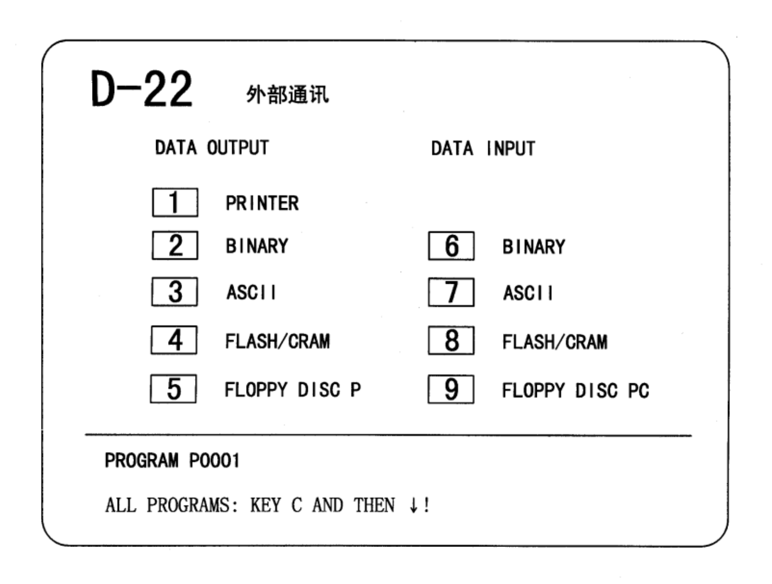


图 10：外部数据通讯时页面

在菜单方式下，按外部数据通讯键 EXT 进入外部数据通讯方式，在外部数据通讯方式下按菜单键退出外部数据通讯方式。

2.5.1 程序从 CNC 传输到 PC 机

把程序从 CNC 传输到 PC 中要选择按键"1"和"3"（1 为打印机格式；3 为 ASCII 码格式）；

按"1"后输入一个程序号，然后按开始键 START 就把这个程序带注解和控制码传输到 PC 上，这里注解和控制码是为了方便程序的阅读和理解。

按"3"后输入一个程序号，然后按开始键 START 就把这个程序作为 ASCII 码文件（不带注解和控制码）传输到 PC 机上。

注：以上过程必须先按 PC 机上的“ENTER”键，之后再按 CNC 面板上的“START”键

2.5.2 程序从 PC 机传输到 CNC

把程序从 PC 机传输到 CNC 中要选择按键“7”

按"7"后外部 PC 机传输一个程序到 CNC 上。如果一个程序存在，按"7"后输入该程序号，然后按开始键 START 就把这个 ASCII 码文件程序传输到 CNC 上。

注：以上过程必须先按 CNC 面板上的“START”键，之后再按 PC 机上的“ENTER”键

2.5.3 存储器程序的备份与恢复

在 EXT 状态下按“4”键（Flash/cram），CNC 自动把存储器所有的程序（现存于第一个存储器里）存入第二个存储器里作为备份。

如在 EXT 状态下按“8”键（Flash/cram），系统就会将第二个存储器里已经备份的所有程序拷贝到第一个存储器，恢复正常工作：

2.5.4 通信程序 Dienst

PC 机上要装有 Engelhardt 公司提供的 Dienst 通信软件，它帮助用户进行 PC 机和 CNC 间的程序通信：

PC-CNC SERVICE PROGRAM 17.10.1996

Alt-R Program receive	Alt-L Program List	Alt-Q Ende
Alt-T Program send	Alt-C Program Copy	Alt-D Directory
Alt-E Program edit	Alt-K Program erase	Alt-S Dos Shell
Alt-P Program print		

F1: help F2: com1 F3: 9600 F4: Rtscts F5: Menu F6: Engl F7: Statoff F8: Color F9: Tast F10: N,8,1

图 11：通信程序 Dienst 操作界面

上图中共有 10 个操作命令：程序接收 Alt-R、程序发送 Alt-T、程序编辑 Alt-E、程序打印 Alt-P、列程序清单 Alt-L、程序拷贝 Alt-C、程序擦除 Alt-K、退出 Alt-Q、目录 Alt-D 和 MS-Dos 方式 Alt-S。

Dienst 通信程序还给出了十个快捷功能键 F1~.F10，其中 F2：com1 表示选中 com1 串行口，F3：9600 表示通讯波特率，F6：Engl 表示英语和德语可相互转换，F10：为奇偶较验格式等，其它功能见每个数字后的英文名。

用户可以在 PC 机上设计、修改程序，操作简单方便，占用数控机床时间少，充分发挥了它的优越性。用户也可以把在 CNC 上写好的程序传送到 PC 机上（分为“PRINTER”格式和“ASCII 码”格式），也可以把 PC 机上的程序传到 CNC 上（必须是“ASCII 码”格式）您若想进一步了解有关 CNC 通信程序 Dienst 软件请与沈阳莱茵机电有限公司联系。

2.6 程序的输入和编辑

在程序的输入和编辑方式下，可以输入新的程序和修改已有的程序， 在菜单方式下，按➡键进入程序输入和编辑方式。在该方式下按菜单键退出并进入菜单方式。

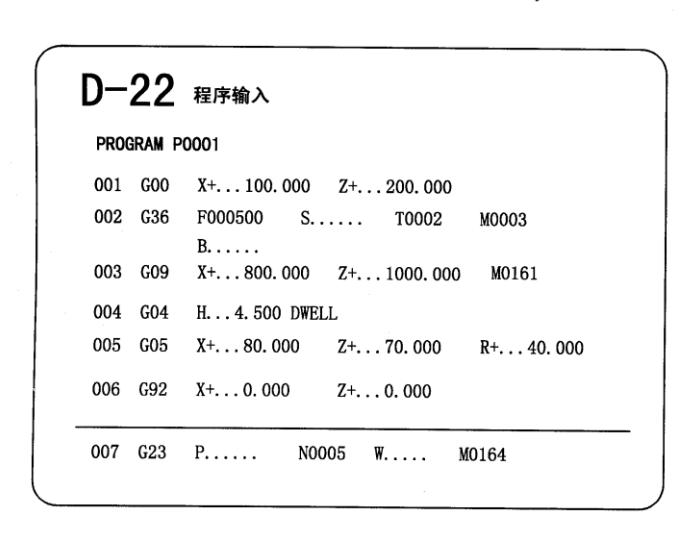


图 12：程序的输入和编辑页面

D-22 车床系统采用对话式语句输入结构。当输入一个 G 代码后 CNC 自动显示该 G 代码的完整句子结构，并提示出要输入的参数。如有忘输入的参数值，使该 G 代码无法执行，按存储键➡则 CNC 马上报警，并提示"Error, Check Block! 0001" 因此必须修改该程序段。这种对话式程序输入能大大减少编程中出现的错误。

2.6.1 程序名输入

下面是进入程序编辑方式时的显示内容，显示的程序号是在该方式下最后一次输入或修改的程序号，要输入一个程序号，如 P0001，则输入 1，然后按键"→"把该程序号存储起来。接下来输入程序段。程序号的范围是：P0001 到 P7999。

例：**D-22** INPUT

PROGRAM P0001；输入一个程序名

2.6.2 程序段输入

1、进入程序的输入和编辑方式，显示器显示：PROGRAM P0001；

2、输入新程序号，然后按→键进入新程序的第一个程序段（如该程序已存在，则自动进入最后一程序段）；

3、输入程序段号（如不输入，则为默认值，CNC 自动顺序产生程序段号）；

4、按→键显示 G01 后，输入新的 G 代码，CNC 自动显示 G 代码句子结构（G01 总是自然产生，我们可用新的 G 代码将 01 覆盖）；

5、按→键不断移动光标到对应的参数位置，根据句子结构输入正确参数值后，按输入键保存刚输入的程序段（新的语句写好后，键为存储键）；

6、重复 4 和 5，直到编完程序为止；

7、按菜单键，返回主菜单。

例：**D-22** INPUT

PROGRAM P0001；输入一个程序名

N001 G01 X…100.000 Y…50.000 Z…-80.000；快速进给

N002 G92 X…10.000 Y…10.000 Z…10.000；坐标系设定

N003 G36 F…… S…… T…… M……；附加功能

N004 G04 延时指令等；

注：每个句子输入后，必须按输入键存储刚输入的参数值。句子输入如有错误或数据不全，按输入键时，CNC 报警。

2.6.3 程序修改和删除

如果要修改某程序段， 则输入该程序段号再按查找键，这时自动显示要修改的程序段。修改时按→键将光标移到要修改的地方，输入新的数值。修改后按输入键把它重新存起来。如输入段号 3 后再按查找键，这时自动显示要修改的程序段：

N003 G00 X200.000 Z400.000

N003 G00 X200.000 Z400.000

显示的结果如图（上下两行语句一样，以便对照修改），如输入的程序段号不存在，按查找键后不显示任何内容。

如果程序中的某程序段要删除，先输入该程序段号，再按查找键。这时自动显示要删除的程序段，按单段删除键后该程序段立即被清除。

2.6.4 程序插入

如果程序中要插入程序段，先输入程序段号，按"→"键后输入 G 代码。填入完整的参数后，按输入键把它存起来。插入新的程序段号后 CNC 对程序段号自动进行排列。如果输入的程序段号已存在，则在存储新输入的程序段后原程序段的段号自动加"1"。当它后面程序段的段号与前段段号相同时，后者段号自动加"1"，以此类推。因此编程序时要合理分配程序段号空间。为了方便程序的修改，建议用户在各功能块间留有一些空段号。

注意：调用子程序指令 G22、G23 和跳转功能指令 G20 中的有关子程序段号和要跳转到的程序段号也应进行相应的修改。

2.6.5 列出一个程序和部分程序段

进入程序的输入和编辑方式，输入程序号后按"↓"键，从第一段开始显示出第一页程序。再按"↓"键, 显示下一页程序, 如此下去可显示所有的程序段。

如想列出第 N 段以后的所有程序段：过程是先输入程序段 N 后按↓键，系统自动从第 N 段开始显示出一页程序，一个页面只能显示 8 个程序段。

2.6.6 列出 CNC 存储器中所有程序号

进入程序的输入和编辑方式后，先按"C"键清除原程序号，再按↓键，系统显示出所有程序号，如一个页面显示不完按→键接着显示。同时还显示出剩余的用户编程空间及各个程序所占用的存储空间。用户编程空间是 32K 字节。

2.6.7 程序复制

1、进入程序的输入和编辑方式；

2、先按"C"键清除当前程序号，然后按输入键进入程序复制状态；

3、输入原程序号，再输入目标程序号，然后再按输入键，CNC 便完成程序复制，如目标程序号已经存在，则 CNC 不执行程序复制命令。

2.6.8 给一个程序号加注解

用户可以给事先编好的程序加一个英文注解，该程序至少要有一个程序段。

对一个新程序必须先把它先存储起来，然后再加注解（新程序号不能直接加注解）。

1、先输入程序号，例如 P0010（该程序必须事先存在）；

2、再按输入键，显示器上显示：P0010---------，接着输入英文注解；

3、按输入键把输入的内容存起来。

加注解时可以加入空格和删除刚输入的字母。加入空格的方法是：按 STOP 键，删除刚输入的字母方法是：先按一下 SHIFT 键，然后按 Z 键。再次列出所有程序号时，程序号后面显示出注解内容。

2.6.9 刀具表（即程序 P9900）

Engelhardt 公司 D-22 系统可以存储 9 个刀补，但换刀程序 P9936 可以按用户要求来自己编写。（实际在 P9936 中调用 P9900 程序）刀库表存于程序 P9900 中，从程序段 N001 开始到 N099。N0xy 表示第 x 把刀及第 y 组刀补。

其语句结构为：N001　X….. Y……X….. Y…… R……

第一对 X、Y 值为刀偏量补偿，第二对 X、Y 值为刀损量补偿，两者之和为真正的刀补值，R 为刀尖半径补偿值。

2.6.10 保留程序

程序号 P0000、P7000、P8000、P9000 到 P9999 是 CNC 内部保留的程序号，不允许用户使用。

2.6.11 显示存储空间

在程序的输入和编辑方式下 CNC 在显示器的右上角显示出 CNC 剩余的自由存储空间，也可以列出所有程序号及占的存储空间。该 CNC 的用户存储空间是 32K 字节。

2.7 存储器清除方式

2.7.1 删除一个程序

在主菜单方式下，按存储器清除键进入存储器清除方式，在存储器清除方式下允许删除一个或全部程序。首先输入要删除的程序号，再按"→"键就可以删除该程序。在存储器清除方式下按菜单键退出存储器清除方式。进入存储器清除方式时显示的页面内容如下图：

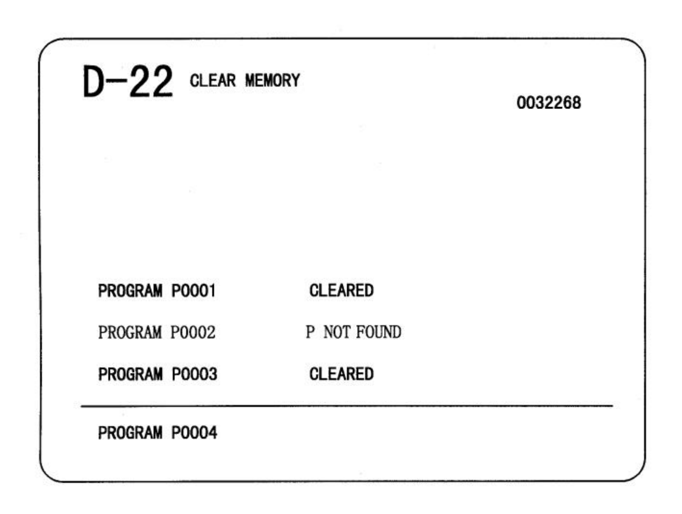


图 13：储存器清除方式时的页面

程序删除后，出现“CLEARED”字样，说明程序已经被删除，如果要删除的程序号不存在，系统则显示“P　NOT　FOUND”字样。

注：长时间不使用的程序要及时删除，否则会占用存储器空间，给用户编程带来不便。

2.8 图示方式

按图示方式键[✳]进入图示方式，在图示方式下显示一个程序的运行轨迹。在图示方式下按菜单键"MENU"退出图示方式。

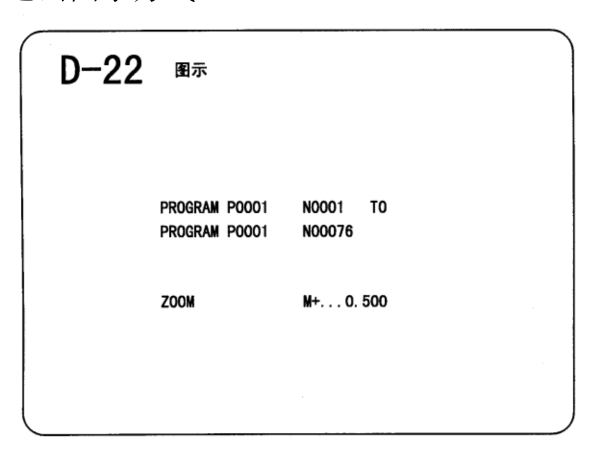


图 14：图示方式时的页面

2.8.1 图示一个完整的程序

1、按图示方式键✳进入图示方式，此时的显示页面如上图；

2、输入要图示的程序号；

3、按→键到出现第一个 N 时，输入开始程序段号，不输入时表示从第一段开始；

4、按→键到出现下一个 N 时，输入结束程序段号，不输入表示最后一个程序段；

5、按→键到出现 M 时，输入比例系数 M 值，缺省值为 1.000；

6、调整图示的开始点位置（移动十字光标，移动方式见下图）；

7、按“START”键或→键 CNC 开始图示该程序的运动轨迹。下图是某一个程序的显示轨迹。

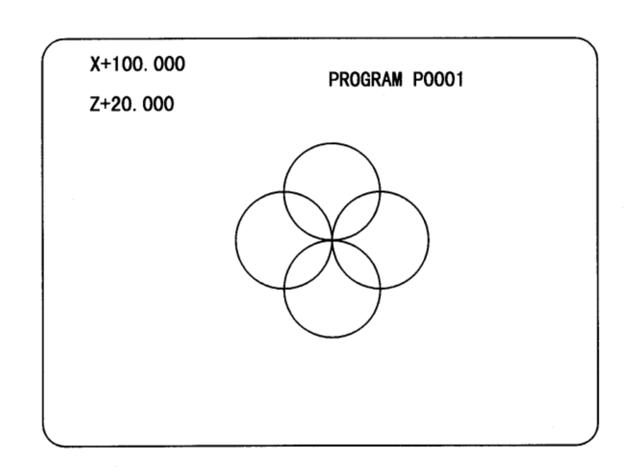


图 15：图示某一个程序时显示页面

注意：在图示一程序过程中，当前的机床 X、Z 值与该程序中起始点 X、Z 值不同时，会从当前位置到第一个程序段的 X、Z 坐标值间画出一条线。

2.8.2 以单步方式图示一个程序

前 6 步操作步骤同本节 2.8.1；

7、按单步操作方式键；

8、按→键执行一个程序段，每按一次→键执行一个程序段，直到程序结束。

执行每段程序时，在 LCD 下面显示刚执行完的程序段，在左上角显示出执行后的 X 、Z 值，这样用户可以清晰地看到每个程序段及整个程序的执行过程。

2.8.3 图示部分程序

操作步骤同本节 2.8.1，只是需要输入程序开始段号和程序结束段号。

2.8.4 按比例系数图示

比例系数 M 值可以任意设定，M 值大于 1 为图像放大，M 值小于 1 为图像缩小。一旦设定了比例系数 M，后面的运动轨迹就会按该比例在显示器上图示出来，要改变比例系数就要重新设置，否则以最后设定的放大系数图示。设定比例系数功能给显示不同尺寸工件带来很大方便。

2.8.5 图示光标开始点的移动

图示的开始点就是光标所在点，通常图示的开始点在显示器的右上角，而开始点可以通过按数字键任意移动。共有 8 个移动方向，即 8 个数字键可供选择，按每个数字键光标的移动方向如下图中最右边的小图所示。如按数字键 2 光标向上移动，按数字键 8 光标向下移动，按数字键 5 光标回到显示器的右上角。当光标移动超出 LCD 的四周时，按数字键 5 光标回到显示器的右上角。

D-22 图示

PROGRAM P0001

1	2	3
4	5	6
7	8	9

↖	↑	↗
←	5	→
↙	↓	↘

图 16：图示光标开始点的定义

2.8.6 亮度调节

CNC—D22 显示器亮度可以通过亮度调节旋钮来调节。

2.8.7 注意事项

1、在图示方式下延时指令 G04 和所有的 M 代码均不执行。

2、程序中如有 G20 要注意！例如程序 P0001 在最后程序段是一个跳到 P0001 N001 指令，该程序则会不停地反复执行，只有按菜单"MENU"键时可以退出图示方式。

3、图示时轴坐标不断变化，退出时 CNC 数据又恢复原值。

4、当程序中有刀尖半径补偿时，第一次按起动键"START"时仅显示编程的轨迹，第二次按起动键"START"时则显示带刀尖半径补偿后的轨迹。

2.8.8 对刀 （仅供参考）

Z 轴对刀

1、在手动操作方式下对刀。对刀前先把当前位置设为（0，0）；

2、进入手动操作方式，按 M03 键启动主轴，按 S 键来确定主轴转速；

3、将进给"速度倍率旋钮"F 调到最小（这时速度是零），然后按-Z 键和启动键"START;

4、调节"速度倍率旋钮"F 使刀具沿-Z 轴方向运动；

当刀尖与工件表面的距离约 50mm，把"速度倍率旋钮"F 不断调小，使刀尖运动速度减小。

当刀尖与工件表面的距离约 5mm，把"速度倍率旋钮"F 调到最小，使刀具停止运动。

5、按"STOP"键停止刀具运动。

6、进入单步进给方式，按+Z 键使手轮每转一步输出一个脉冲，Z 轴运动 0.1MM。转动手轮到刀尖与工件表面的距离大约为 0.5mm 时，按+Z 键使手轮每转一步输出一个脉冲，Z 轴运动 0.001MM。转动手轮使刀具刚好铣到工件表面为止，此时 CNC 上 Z 轴的显示值是-385.020，之后用 G92 将其设定为 0.000。

7、接下来按同样的方法对好 X 轴，并将 X 轴坐标设成工件实际直径值。。

第三章：程序组成结构

每个程序由一个程序号和一些程序段组成。程序号也就是该程序的名字（即程序名），由字母 P 加上一个小于 8000 的正整数组成（例：P6400），每个程序段由一个程序段号和一个 G 代码或一个宏指令组成。每个程序最多有 999 个程序段，每个程序段均可以调用一个子程序，因此程序的实际长度可由用户任意来定。

如果程序中某个 G 代码仅要求其在图示状态下执行，而在自动状态下不执行，具体操作过程为：在程序输入和编辑状态下，先输入程序段号，接着按图示键，然后输入 G 代码，这样该 G 代码在自动方式下不被执行。

例：N020　*G01 X….,… Y….,…Z….,…F……

在菜单状态下按 H 键 CNC 显示所有的 G 代码及其英文注释。下面按顺序介绍 G 代码的定义及语句组成结构

3.1 G 代码组成

G00 快速定位

G00 X….,… Z….,…

最大进给速度由机械数据 P0000 程序中 N700 语句 Fmax 值确定，但实际进给速度要受到“速度倍率旋钮 F”的位置来控制。

G01 直线插补进给

G01 X….,… Z….,…F….,…

最大进给速度由 F 值确定，但实际进给速度要受到“速度倍率旋钮 F”的影响。每个进给轴的起动、停止速度；起动、停止加速度分别由机械数据 P0000 程序中 N701~N704 语句的值来确定。

G02/G03 圆弧插补进给

G02 X….,… Z….,…I….,… J….,…

X 和 Z 为圆弧的结束点坐标（绝对坐标值），I 和 J 是圆弧的圆心坐标（相对坐标值；相对于圆弧起始点的增量）。

注意：X 和 Z 必须是圆弧上的某一点坐标，计算公式：$I^2 + J^2 = R^2$。

G02 为顺时针圆弧插补进给指令；G03 为逆时针圆弧插补进给指令。

G04 延时指令

G04　H…,…DWELL

延时时间范围：从 0.010~9999.990 秒。

G05/G06 圆弧插补进给

G05　X….,… Z….,…R….,…

X 和 Z 为圆弧的结束点坐标（绝对坐标值），当然 X 和 Z 必须是圆弧上的某一点坐标，R 值大于零对应大圆弧，R 小于零对应小圆弧。

G05 是顺时针圆弧插补指令，G06 是逆时针圆弧插补指令，G02/G03 与 G05/G06 的区别是前者输入圆心，而后者输入的是半径；

由于 CNC 系统内部自动将 G05/G06 转换为 G02/G03 结构，所以用户要求快速插补进给时使用 G02/G03，而 G05/G06 圆弧插补进给主要是为了方便用户编程。

G09 有停止条件的直线插补运动

G09　X….,… Z….,…M….,…

执行直线插补运动，与 G01 的区别在于：G09 指令把某个输入口的输入值作为停止条件，当满足停止条件时，直线插补运动结束并进入下一程序段。

G11 附加功能

G11　F….. S…..T…..M….

F 用于设定进给轴运动速度；S 用于设定主轴转动速度，T 用于调刀补和显示，M 用于对输入、输出口进行操作。用 G11 设定运动速度 F 时，两个程序段间过渡时速度不变。

G13 附加 M 功能

G13 M….. M..….M..….M…..

M 代码主要是对输入和输出口进行操作，G13 指令允许在一个程序段内执行几个 M 代码。

G20 无条件跳转指令

G20　P…...N…...

用 G20 指令可以无条件从当前的程序段跳转到另一程序段。P 是将要跳转到的程序号，N 是对应的程序段号，如果 P 没有程序号输入时就是跳到本程序的第 N 个程序段。

G22 无条件调用指令

G22　P..….N……W….

用 G22 指令可以调用 P 子程序中从第 N 个程序段到最后的程序段，并执行 W 次，W 最大的值是 6，如仅调用一次，W 值可不写

G23 有条件调用指令

G23　P…...N…...W…... M….

当该指令执行过程中满足 M 条件时（一般指某个输入口的状态；高电平或低电平），G23

将调用 P 子程序中从第 N 个程序段到最后程序段并执行 W 次，W 最大的值为 6。如 W 无输入，G23 将调用上述过程一次。

G33 螺纹切削

G33　X…...　Z…...　K…...　　J….

X、Z 是螺纹的结束点；K 是螺纹导程，K>0 是切削公制螺纹，K<0 是切削英制螺纹，J 是进入和退出时的加减速度距离（长度单位：mm）

用 G33 可以切削等螺距的直螺纹、锥螺纹和多头螺纹，也可以切削公制螺纹和英制螺纹，可以切削左螺纹和右螺纹，外螺纹和内螺纹，螺纹的开始点和结束点决定了切削哪一种螺纹。

注：在执行 G33 前必须先确定螺纹的开始点及主轴速度 S，在 G33 运行中，CNC 等待主轴编码器的参考脉冲，然后开始切削螺纹，CNC 自动调整 X 轴和 Z 轴的进给与主轴同步。

　　下图给出了切削外右螺纹，切削外左螺纹，切削内右螺纹，切削内左螺纹，切削锥螺纹和双头螺纹的进刀示意图。

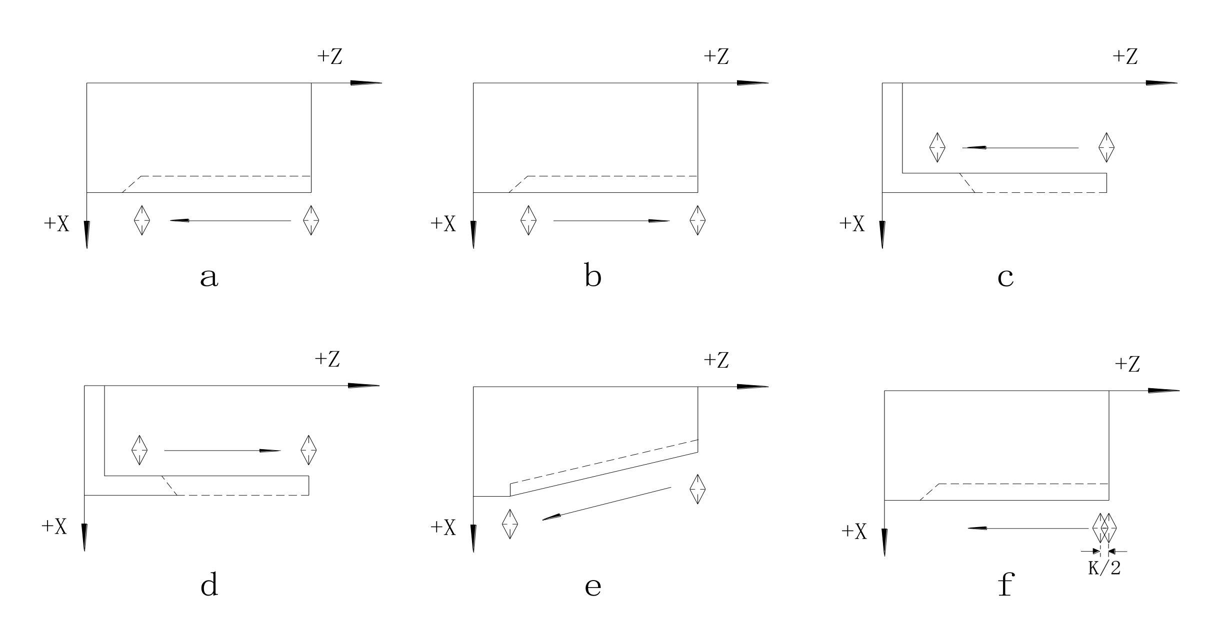


图 17：　a 切削外右螺纹；b 切削外左螺纹；c 切削内右螺纹；

d 切削内左螺纹；e 切削锥螺纹；f 切削双头螺纹；

***切削直螺纹**

　螺纹开始点的选择很重要，切削直螺纹时开始点的 X 值和螺纹结束点的 X 值要一样。

设工件的直径是 200 mm，长 400mm，X、Z 轴当前位置是（300，500），从右向左切削，深度为 2mm，螺距为 3mm，长度为 200mm 的直螺纹。

对应的程序例子为：

```
P0001
N001 G90 Absolute Input          ；绝对坐标编程；
N002 G36 F S1 T11 M03            ；主轴速度是一挡，第一把刀及一号刀补，主轴正转；
N003 G00 X198.4 Z405             ；快速移到第一刀开始点，也是螺纹开始点；
N004 G33 X198.4 Z200 K3 J5       ；车削第一刀，进刀量 0.8mm；
N005 G00 X202                    ；快速退出螺纹；
N006 G00 Z405                    ；快速回到开始点；
N010 G00 X197.2 Z405             ；快速移到第二刀开始点；
N011 G33 X197.2 Z200 K3 J5       ；车削第二刀，进刀量 0.6mm；
N012 G00 X202                    ；快速退出螺纹；
N013 G00 Z405                    ；快速回到开始点；
N020 G00 X196.2 Z405             ；快速移到第三刀开始点；
N021 G33 X196.2 Z200 K3 J5       ；车削第三刀，进刀量 0.5mm；
N022 G00 X202                    ；快速退出螺纹；
N023 G00 Z405                    ；快速回到开始点；
N030 G00 X196 Z405               ；快速移到第四刀开始点；
N031 G33 X196 Z200 K3 J5         ；车削第四刀，进刀量 0.1mm；
N032 G00 X202                    ；快速退出螺纹；
N033 G00 X300 Z500               ；快速回到开始点；
N040 G36 F S T M05               ；停主轴；
N041 G13 M02                     ；程序结束。
```

***切削左螺纹和右螺纹**

Z 轴的差值是螺纹的长度，如上图中 a,b,c,d 所示，切削右螺纹时螺纹开始点的 Z 值要大于结束点的 Z 值，切削左螺纹时螺纹开始点的 Z 值要小于结束点的 Z 值，同时要选择合适的主轴方向和速度。

***切削锥螺纹**

切削锥螺纹时开始点的 X 值和螺纹结束点的 X 值不同，如上图 e 所示。

***切削公制螺纹和英制螺纹**

当 K>0 时是切削公制螺纹，K 为螺距值；当 K<0 时是切削英制螺纹，K 为每英寸牙数。

***切削多头螺纹**

如上图 f 所示加工双头螺纹，在加工完第一程螺纹后，把螺纹的开始点在 Z 轴方向后移半个螺纹导程再执行一次 G33。

***切削内螺纹和外螺纹**

根据螺纹开始点和结束点（X，Z）来确定是切削内螺纹还是外螺纹。

G36 附加功能指令

G36　F….. S…...T..….M….

F 用于设定进给速度，S 用于设定主轴转动速度或挡位，T 用于换刀具并加刀补，M 用于执行 M 代码。执行 G36 实际执行 P9936 程序，根据用户要求可任意编写。

G40 取消刀尖半径补偿

G40　correction off

G40 用于取消刀尖半径补偿功能 G41/G42，为模态量。

G41/G42 左方向或右方向刀尖半径补偿

G41 用于左方向刀尖半径补偿，G42 用于右方向刀尖半径补偿。

G53 取消坐标平移

用于取消 G54 指令中设定的坐标平移（模态量）。

G54 设置坐标平移

G54　X….,… Z….,…

G90 绝对坐标编程时，系统自动将 G54 中变量 X 和 Z 的值加到后面“所有程序段”中对应的 X、Z 值上。

G91 相对坐标编程时，系统自动将 G54 中变量 X 和 Z 的值加到“下一个程序段”中对应的 X 和 Z 值上。
在执行过程中编程的坐标值和实际的绝对坐标值分别显示出来。

G67/G68 软件限位开关

G67 X….,… Z….,…

用 G67 和 G68 指令分别设定负向和正向软件限位开关，如果任何一轴在任一方向上超过设定的软件限位值，CNC 停止所有轴的运动，并给出报警信息“SOFT-WARE LIMIT SWITCH”。如编程过程中任一轴的值超过软件限位值时，CNC 也会给出报警信息“SOFT-WARE LIMIT SWITCH”。
在执行软件限位开关时，G92 暂时不能使用。

G74 回机械参考点

G74　X….,… Z….,…

用 G74 使进给轴向限位开关运动，给定值大于零时向正向限位开关运动，给定值小于零时向负向限位开关运动。运动到限位开关后慢速返回一定的距离，并把编程的值作为该点的坐标值，每个轴必须分别编程，顺序执行。

例如：

N010 G74 X 0　　　；X 轴向正向限位开关运动

N020 G74 Z 0　　　；Z 轴向正向限位开关运动

N030 G74 Z –1.000　；Z 轴向负向限位开关运动

注：X、Z 轴必须分别回参考点。

G75 设置放大倍数（模态量）

G76 关闭放大倍数

G75 X….,… Z….,…

当设定值大于 1 时为放大；

当设定值大于 0，小于 1 时为缩小；

当设定值大于-1，小于 0 时是镜像缩小；

当设定值小于-1 时是镜像放大；

G78/G79/G81 是用户自定义加工循环

G78 X….,… Y….,…Z….,… U….,… V….,…A….,…

系统自动将以上六个变量中的值分别放到寄存器#80、#81、#82、#83、#84、#85 中这样能更好地方便用户编程，G78/G79/G81 分别对应 P9978、P9979、P9981 程序。

G90 绝对坐标编程指令

G90 absolute input

G91 相对坐标编程指令

G91 incremental input

G92 设置坐标系

G92 X….,… Y….,…Z….,…

用户可用该指令设置任意一点的坐标值。

G94 分进给

G94 F…. S…. T…. M….

F 用于设定进给轴运动速度（mm/min）

G95 转进给

G94 F…. S…. T…. M….

F 用于设定进给轴运动速度（um/rot）

G96 恒线速切削

G96 V…… S……

参数 V 表示切削线速度（单位：米/分），S 为主轴最高转速。

G97 取消恒线速切削

G97 用来取消恒线速切削 G96，变为主轴恒转速。G97 是模态连量，也是 CNC 的初始状态。

简化编程功能 G 代码:

下面的切削循环功能是非常有用的，它们简化了编程过程。在用一把刀能干的工序，就能用下面的切削循环功能来完成。由于 Engelhardt 公司 CNC 的开放性非常好，功能非常强，几乎任何复杂的工作都可以用非常简单的两个程序来完成。作为代理商我们可以为用户开发用户专用切削循环功能的 G 代码。下面分别介绍这些切削循环功能。

G82 钻深孔循环

结构：G82 Z.....,... Q.....,...V.....,...H.....,...

Z 是钻完深孔后深孔底部 Z 值，Q 是每次钻进的深度 mm，V 是保险距离 mm，H 是等待时间。

循环钻孔过程：

1、以 G00 运行到工件表面 V 处（例如 V=0.5mm）；

2、每次钻孔深度 Q；

3、等待时间 H，用于排铁屑；

4、刀尖退出到开始点；

5、如刀尖没有到 Z 处，从第 2 步再进给钻深 Q。如刀尖到 Z 处，刀尖退出到开始点，G82 运行结束。

下面是一个 G82 的应用例子：

```
P0003
N001 G90 ABSOLUTE INPUT    ；绝对坐标编程
N002 G36 F40 S02 T10 M03   ；进给速度 40mm/min，主轴是第二挡，1 号刀
N003 G00 X0 Z100           ；快速定位在（0，100）
N004 G82 Z50 Q-5 V0.5 H 2  ；钻深孔循环到 Z=50，每次钻 5mm,退回到保险距离
                             Z=100.5
N005 G00 X50 Z150          ；快速返回到（50，150）
N006 G36 F.S.T.M05         ；程序结束，停止主轴转动。
```

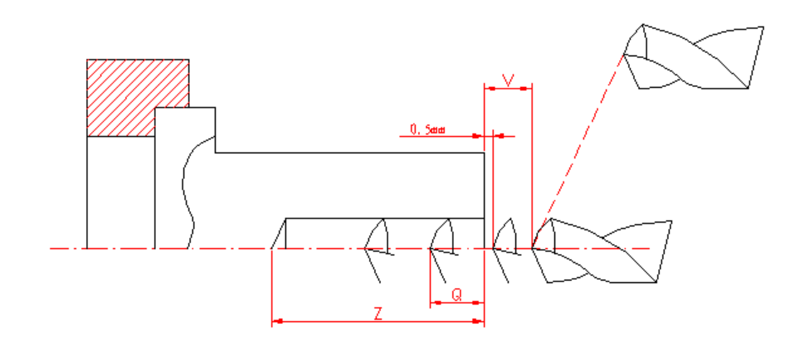


图 18：钻深孔加工循环 G82

G83 切断循环

结构：G83 X....,...Z....,...K....,...Q....,...

X、Z 是切断开始点，K 是刀位宽度，Q 是每次切削深度。图 24 给出了这些参数的定义和切断过程。

循环过程：

1、从当前位置以 G00 运行到（X+1,Z）
2、以 G01 切削到 X-Q
3、以 G00 运行到（X+1，Z-K/2），Z 变为 Z-K/2.
4、以 G01 到 X-Q
5、如没达到 X=0，从第 2 步接着切削；如达到 X=0，则 G83 的运行结束。

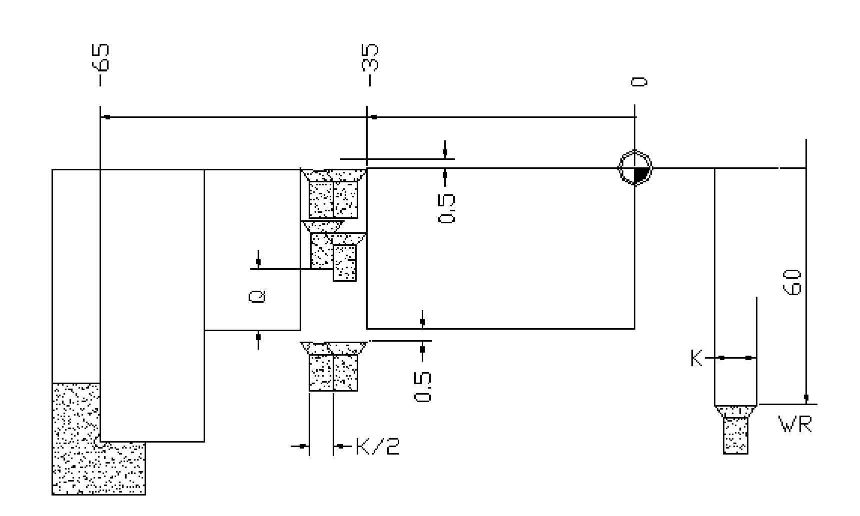


图 19： 切断循环 G83

下面是一个 G83 的应用例子：

```
P0004
N001 G90 ABSOLUTE INPUT          ；绝对坐标编程
N002 G36 F40 S02 T10 M03         ；速度 40mm/min，主轴第二挡，1 号刀
N010 G54 X      Z65              ；Z 轴坐标平移 65 mm
N020 G00 X60 Z85                 ；快速定位在（60，85）
N030 G83 X40 Z35 K10 Q-1         ；切断循环
N040 G00 X50 Z10                 ；快速返回到（50，10）
N050 G53 DISPLACEMENT OFF        ；关掉坐标平移
N006 G36 F.S.T.M05               ；程序结束。
```

G84 内外径车削循环

G84 是一个内外径车削循环专用指令，可把一个毛坯件车成一个圆柱，或者一个圆柱和一个圆锥的组合体。用 G84 可以进行内径或外径车削循环，下面为 G84 的展开式定义。

结构：G84 X.....,...Z.....,...E.....,... Q.....,...V.....,...K.....,...

X：车削后，前面圆柱直径

Z：车削后，后面圆柱或锥面结束点 Z 值
E：车削后，前面圆柱直径结束点 Z 值。当 Z=E 时，仅仅车成一个圆柱
Q：每次在 X 方向的进给量，外切削时 Q<0，内切削时 Q>0
V：车削后返回值。即刀位在 Z 轴方向返回到开始点时与工件表面的值
K：所有车削面在最后一次车削前还保留的车削值。它用于表面精加工

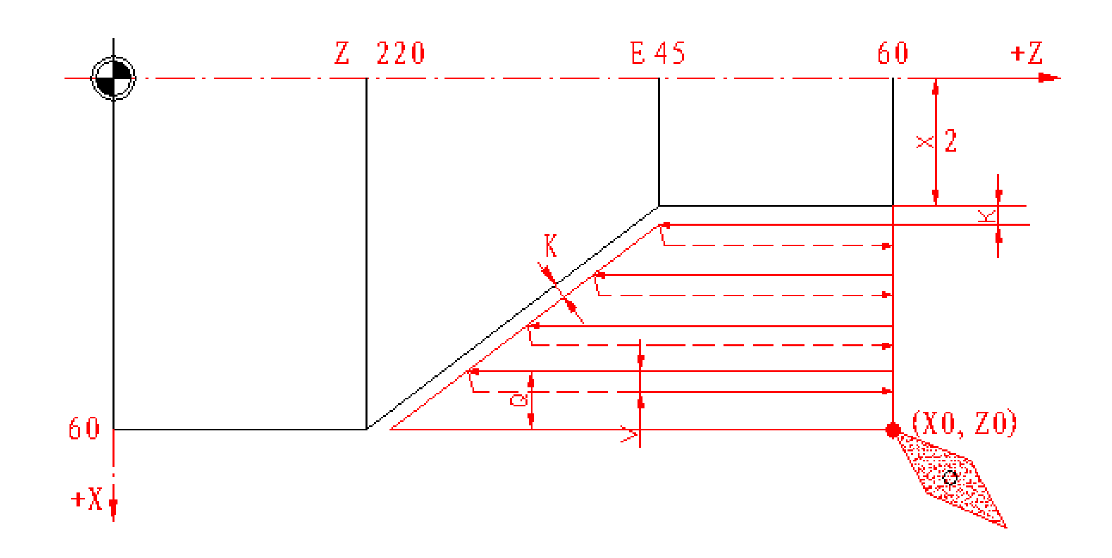


图 20：外径车削循环

说明：

如图 25 所示，从开始点进行车削到达圆柱的直径值为止。圆柱的结束点由参数 X 和 E 确定，它同时也是锥面的开始点。锥面的结束点由 X0 和参数 Z 确定，车削结束后刀位回到开始点(X0，Z0).

由上面的过程可以看出开始点(X0，Z0)的确定非常重要。它必须在执行 G84 前由 G00，G01 或前面的运动指令确定下来，开始点要根据工件尺寸和毛坯尺寸来确定。

程序例子：P0005

```
N001 G90 ABSOLUTE INPUT
N002 G36 F40 S1 T01 M03
N003 G00 X60 Z80
N004 G84 X8 Z30 E50 Q-2 V1 K0.1
N005 G00 X80 Z120
N006 G36 F S T M05
```

在 G84 的执行中刀尖半径补偿已经自动考虑进去了，用户只要选用合适的刀位。

注：下面几种 G 代码不再详细说明，如用户需要，请与沈阳莱茵机电有限公司联系。
G85 端面车削循环；
G86 复合切削循环；
G87 螺纹切削循环；

G88 螺纹清根

3.2 M 代码功能：

常用的 M 代码：

M00　　程序停止；

M02/M30 程序结束；

M03　　主轴正转；

M04　　主轴反转；

M05　　主轴停止

M08　　冷却泵开；

M09　　冷却泵关；

M10　　卡盘夹紧；

M11　　卡盘松开；

M19　　等待至所有插补轴停止；

特殊的 M 代码：

M2241（M21）　在自动方式下程序不显示；

M2242（M22）　子程序的内容不显示；

M2243（M23）　关掉倍率开关；

M2244（M24）　测试用，不执行 M 功能和 G04；

M2245（M25）　用 G00 测试；

M2246（M26）　关掉键盘；

M2251 - M2258　关掉 M2241 到 M2248

M4***　　　　延时功能，延时的时间是***毫秒。

用于输入输出口的 M 代码：

CNC-D22-有 18 路独立的输入口和 18 路独立的输出口，可很方便扩展到 64 路独立的输入口和 64 路独立的输出口，输入口和输出口的连线及定义见第六章。有些 I/O 口已被定义为特定功能，其它 I/O 口可以任意编程使用。

下面介绍这些 I/O 口的操作代码，其中“1”为高电平，“0”为低电平。

输出口：

M141-M148　　管脚 1~8 路输出为 1（接通外部 24V 电源回路）；

M151-M158　　管脚 1~8 路输出为 0（断开外部 24V 电源回路）；

M140　　管脚 1~8 路输出全部为 1；

M150　　管脚 1~8 路输出全部为 0；

M241-M244　　管脚 9~12 路输出为 1；

M251-M258　　管脚 9~12 路输出为 0；

M240　　管脚 9~12 路输出全部为 1；

M250　　管脚 9~12 路输出全部为 0；

M180　　管脚 1~8 路输出全部反向(高变低，低变高)；

M181-M188　　管脚 1~8 路输出反向(高变低，低变高)；

M280　　管脚 9~12 路输出全部反向(高变低，低变高)；

M281-M284　　管脚 9~12 路输出反向(高变低，低变高)；

输入口：

M161-M168　　等待管脚 1~8 输入为 1（有 24V 电源输入）；

M171-M178　　等待管脚 1~8 输入为 0（无 24V 电源输入），

M160　　等待管脚 1~8 输入全部为 1；

M170　　等待管脚 1~8 输入全部为 0；

M261-M266　　等待管脚 9~14 输入为 1；

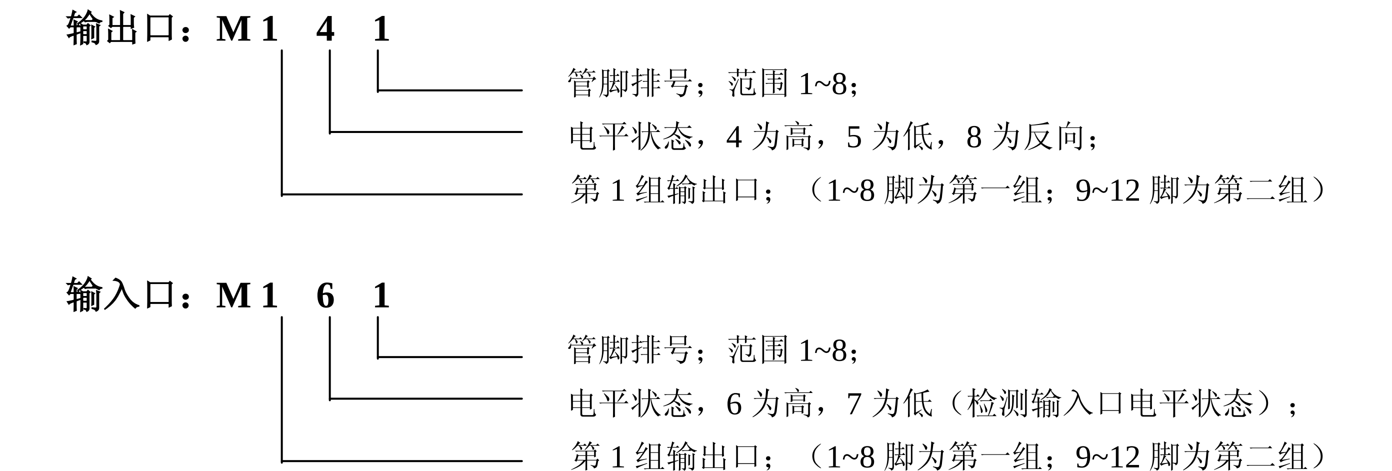
M271-M2786　　等待管脚 9~14 输入为 0；

M260　　等待管脚 9~14 输入全部为 1；

M270　　等待管脚 9~14 输入全部为 0；

用 G13 附加功能指令对 I/O 口进行操作，使某路输入口或输出口是“0“还是”1“来作

G23 的跳转条件。G23 也常被用来判断某路输入口或输出口是“0”还是“1”。



3.3 S 代码功能

用于主轴转速编程，一种输入方式为确定挡位号，另一种输入方式为无级调速（输出模拟量）。无级调速的最大值可以由机械数据 P0000 程序 N901 语句 S 参数确定，其范围是 1~3000 转/分。D-22 仅仅接受小于或等于这个速度的值，它的值或挡位号可以通过 G36 修改。用户可以根据不同的机床，修改 G36 的源程序 P9936。用 G36 中的 S 变量来设置主轴转速（用 G11 也可以设置 S 变量）。

3.4 T 代码功能

刀库表 P9900 中可以存 9 把刀 10 个刀补。G41 和 G42 读刀具半径值，即将进入车削的刀具一定要在确定路径和刀补前被调用。用 G36 选择刀位，选择 Tx0 表示清除刀补，Txy 表示选择第 x 号刀具和它的 y 组刀补。

第四章 参数函数和宏指令

有了宏指令用户就可以大大扩展或编写新的循环工件程序和专用程序。由于 CNC 内部仅仅为整数输入，如程序段↓00 #40 = @ 1.999, 表示把立即数 1999 存储在寄存器#40 中，↓00 #40 = @ 1999.000, 则表示把立即数 1999000 存储在寄存器#40 中。在用参数函数时（间接寻址格式），给定的值不再是立即数，而是寄存器号，寄存器中存储立即数。

4.1 参数函数的输入

输入 G 代码后， 光标选择到 X 位置， 然后按"↓"键，这样在 X 后面出现#号，在#号后面再键入寄存器号，寄存器中存 X 轴数值，为立即数。

例如：G01 X…#30 Z…100 则 X 值是寄存器#30 中存储的值，Z 轴是立即数 100。寄存器中存储的值可以通过后面介绍的宏指令（如赋值语句）来确定。

4.2 通过参数进行直线插补

在给定 G01 中 X 和 Z 的值时，它们可以是立即数，也可以是寄存器号，寄存器中存 X 和 Z 轴运动的目标值。

例如：G01X…#30 Z…#31 F…#32；寄存器#30、#31 和#32 中分别存储 X、Z 轴和进给速度 F 的值。

4.3 用参数变量计算

CNC-D22 系统共有 100 个寄存器可以作为参数变量使用，其中寄存器#00~#39 可供用户使用，用户使用这些寄存器作为参数变量进行各种数学和逻辑运算。

4.4 系统保留寄存器

寄存器#40 到#98 能被循环程序改变，所以只有不用循环时才可供用户使用。

4.5 宏指令

↓00 #.... = @...... ；赋值语句

↓01 #.... = #... + @...... ；*加法运算

↓02 #.... = #... - @...... ；*减法运算

↓03 #.... = #... * @...... ；*乘法运算

↓04 #.... = #... / @...... ; *除法运算

↓10 #.... = COPY #.... ; 复制功能

↓11 #001 = ATN #002 ; 求(#02)/(#03)的反正切

↓12 #001= PYTH #002 ; 求#001=SQRT((#02)*(#02)+(#3)*(#03))

↓13 #....= CPL#.... ; 求反运算（仅符号改变）

↓14 #....= ABS #.... ; 求绝对值

↓15 #....= SQRT #.... ; 计算算术平方根

↓16 #....= SIN #.... ; 正弦运算

↓17 #....= COS #.... ; 余弦运算

↓18 #....= AND #.... ; *逻辑“与”运算（用于判跳）

↓19 #....= DIV2 #.... ; 除以 2

↓20 #....= OR #.... ; *逻辑“或”运算（用于判跳）

↓50 (JUMP ZER TO) N.... ; 结果等于 0 跳，

↓51 (JUMP POS TO) N.... ; 结果大于 0 跳，

↓52 (JUMP NEG TO) N.... ; 结果小于 0 跳，

↓53 (JUMP TO) N.... ; 无条件跳，

↓54 (JUMP NZ TO) N.... ; 结果不等于 0 跳，

↓55 (JUMP DEC TO) N.... ; 寄存器#99 减 1，结果不等于 0 跳，

注：带有标志*的函数影响目的寄存器的值，它影响条件转移。

4.6 特殊的用户宏指令

下面的用户宏指令是 Engelhardt 公司 CNC 特有的，它给用户的二次开发带来了很大的方便，它由符号↓加数字组成，#……后面的数可以从 0 到 255，下面分别加以介绍：

↓80 给程序段加注解

键入↓80 后按键盘上的英文字母就可以写一段英文注解；

按 “SHIFT” 键，然后按数字键表示由字母转换到数字输入；

按 “SHIFT” 键，然后按“Z”键，用于清除最后输入的符号。

↓81 显示功能（显示地址在#000 中）

例：↓81 #10 表示要显示或打印的内容在程序 **P8000** 段号 N10 语句中。当然要显示的程序段号可以是 P8000 中的任意程序段。

#000=0.000 表示显示内容在监示器上报错位置上；

#000=0.001~16,383 寄存器#000 给出在监示器上显示的位置；

位置的计算是：行数+列数*256，行数范围是 1~255，列数是 1~63。

例：N001 ↓00 #000=1,254（显示地址在显示器“左下角”）

N002 ↓81 #001

N003 G04 H+2,000

N004 ↓00 #000=7,910（显示地址在显示器“右下角”）

N005 ↓81 #001

N006 G04 H+2,000

如果 P8000 中第一句为“↓80 OK”（OK 前面必须有 2 个以上空格），则程序执行后，先在屏幕左下角显示“OK”，2 秒后在右下角显示“OK”。

↓82 #000 调用子程序功能

子程序地址在#40 中，#40、#42、#43、#44 将被存到 HL、DE、BC、A。

↓83 #.... 显示功能

例：N001 ↓80 GOOD LUCKY

N002 ↓00 #000=1.254

N003 ↓83 #001

以上程序表示显示内容在 N001 中为“GOOD LUCKY”；显示地址在#000 寄存器中；↓83 执行后在显示器左下角显示“GOOD LUCKY”

注：↓81 与↓83 的区别是前者要显示的内容在 P8000 中，而后者要显示的内容在本程序中

↓84 #A #B #C #D #E 存储器读写操作

A= 0 时：为“存储器”读写操作

B= 1 时：从存储器中读取；B=2 时：写到存储器中去

C： 参数寄存器号，可存放“将要读取的数据或写到存储器中的数据”

D： 参数寄存器号，存‘存储器地址’，表示从哪儿读，或写到哪儿。

E： 读写操作内容的长度值。

↓87 #.... 读某程序中某个程序段的数据

#A 存程序号，#A+1 存程序段号。读取的数据存在#A+2~A+6 中。

例：N001 ↓00 #005=9,900；#005 中存程序号

N002 ↓00 #006=0,001；#006 中存程序段号（为 N001）

N003 ↓87 #005 #...；执行↓87 后，P9900 程序 N001 语句中的几个数据分别放到 #007、#008、#009、#010 中。

N004 ↓92 #007 #...；显示#007、#008、#009、#010 中的内容。

N005 G04 H+2,000 ；延时 2 秒

↓88 把#A+2~#A+6 中的数据存储到某程序中

#A 中存程序号，#A+1 中存程序段号，#A+2~#A+6 存储数据（其过程与↓87 恰好相反）

如：N001 ↓00 #001=9,900 (程序号 P9900)

N002 ↓00 #002=0,001（程序段号 N001）

N003 ↓00 #003=3000,000

N004 ↓00 #004=4000,000

N005 ↓00 #005=5000,000

N006 ↓00 #006=6000,000

N007 ↓88 #001 #...

程序执行完成后，P9900 程序中第一语句的数值已被改变

内容为：N001 X 3000.000 Y 4000.000 Z 5000.000 R 6000.000

↓89 #A 键盘扫描

通过键盘输入的内容存在于寄存器 A 中。

例：N001 ↓89 #080 #... ；扫描后的数据放到#80 寄存器中

N002 ↓50 (JUMP ZER TO) N001 ；如没扫到数据，则循环扫描

N003 ↓92 #80 #... ；在屏幕左下角显示#80 中的值

N004 G04 H+2,000 ；延时 2 秒

↓92 #A 显示寄存器#A 到#A+4 的内容

例：N001 ↓00 #001=2,000

N002 ↓00 #002=3,000

N003 ↓00 #003=4,000

N004 ↓00 #004=5,000

N005 ↓92 #001 #...

N006 G04 H+2,000 (表示将延时 2 秒钟)

屏幕下方将显示： +2000 +3000 +4000 +5000

↓96 #A/#B 状态存储

#000/01 存储和恢复 G90/G91，G94/G95 和 M21~M28 的状态。

#002/03 同#001/002，但使用 G81 到 G83。

#004 #A 把目前的 T、S、F、M 值和状态存储到寄存器 A 到 A+4 中。

#005 #A 把目前的 X、Z 值存储到寄存器 A 到 A+1 中。

例：N001 ↓96 #004 #A

把当前的 T 值存于#A 中；把当前的 S 值存于#A+1 中；把当前的 F 值存于#A+2 中；

把当前的 M 值存于#A+3 中；

例：N001 ↓ 96 #005 #A

把当前的 X 值存于#A 中；把当前的 Z 值存于#A+1 中；

↓98 #A #B #C #D 在显示器上画一条线

直线开始点存在寄存器#A、#B 中，结束点存在寄存器#C、#D 中。

显示器左上角位置坐标为 0*0，右下角位置坐标 160*240。

例：N001 ↓98 #0 #0 #160 #240；画一条直线从屏幕的左上角到右下角

注：本语句功能可用于用户开发不同显示界面。

注释：上面仅是一些常用的参数函数，这里省略了其它一些特殊的参数函数。用户如需要请与沈阳莱茵机电有限公司联系。

第五章 机械数据（P0000）

机械数据使 CNC-D22 系统可以非常简便地与不同型号的机器连接， 机械数据从程序 P0000 中 N700 语句开始。本程序中没有定义的程序段和参数一定不能使用！

进给轴最大速度值设定

N700　X….　　Z….　　；　对应 G00 最大速度

X、Z 轴的最大进给速度值，单位是 mm/min。驱动器最大脉冲接收频率是 200KHz，CNC 的最大输出脉冲频率是 120KHz。在设置两轴最大进给速度值时要考虑到 CNC 的最大输出脉冲频率。驱动步进电机时每一轴最大进给速度不要超过 12000 mm/min。通常 X 轴是 4000mm/min，Z 轴是 6000 mm/min。

进给轴起动、停止速度值的设定

N701　X….　　Z….　　；　起动速度

N702　X….　　Z….　　；　停止速度

以上数据是两个轴最大起动和停止速度，它要结合机床和步进电机的特性来确定，它的范围是 30~500mm/min，通常设置为 100~150mm/min。

进给轴加减速度值设定

N703　X….　　Z….　　；　起动加速度

N704　X….　　Z….　　；　停止加速度

以上数据是机床两个轴在起动和停止过程中的加减速度值，单位是 mm/s^2，它要结合机床和步进电机的特性来确定，它的范围是 80-200 mm/s^2，加减速度值必须是 10 的倍数。

回机械参考点后返回速度的设定

N705　X….　　Z….　　；　用 G74 时有效

用 G74 指令回机械参考点时用到这个值，每个轴回到原点时碰到限位开关后要以这个速度返回一段距离，其速度范围是 10-200mm/min。当电机带有 1 线/转光电开关时，回机床原点的精度是一个脉冲。

电机步数设定

N706　X….　　Z….　　；　设置步进电机每转步数

N706 表示电机每转为多少步（实际值的 1/4），便于系统内部数据计算。

丝杠螺距设定

N707 X.... Z.... ; 设置每一轴的丝杠螺距值

用于电机和丝杠的连接，该参数对于用户使用不同型号丝杠带来了很大方便。

例：X 轴电机每转步数是 5000 步，丝杠螺距是 6mm,则对应的机床数据为：

N706 X 1250

N707 X 6

XZ 轴限位开关响应时间（10ms）

N709 X.... Z....

限位开关响应时间；当碰撞到限位开关后，在给定的时间（单位：ms）内 CNC 必须得到稳定的信号，最大值为 255ms，一般为 10ms。

XZ 轴回机械参考点最高速度（1000mm/min）

N710 X.... Z....

用 G74 指令回机械参考点时用到这个值，它定义了返回机械参考点的最大速度，每个轴以这个速度驶向限位开关，它的范围是 100~6000 mm/min。

XZ 轴从限位开关返回到停止的最大距离（1000um）

N711 X.... Z....

用 G74 回机床原点时用到这个值。N711 定义了在慢速返回离开限位开关的过程中，从没有限位开关信号开始“离开限位开关的长度”。它的范围是：0~1000 微米。

XZ 轴回到工作空间的安全距离（50000um）

N712 X.... Z....

在用 G74 回机床原点后，CNC 必须回到工作区。在回工作区过程中，运动一段距离后（例如 2mm）机床应不会再压限位开关，此时 CNC 自动检测这一长度是否超过在 N712 中定义的值时，如超过设定值 CNC 还没有得到离开限位开关信号，系统立即报警，这时很可能是限位开关有故障。该值的设定范围：0~50000 微米。

XZ 轴高速驶向限位开关前停止距离

N713 X.... Z....

在高速驶向限位开关时必须在离限位开关多少微米内停下来，这是为了安全而设置的参数。

XZ 轴丝杠反向间隙补偿值设定

N714　X….　　Z….

这是两个轴的反向间补值，单位是微米。其范围是：0~255 微米。

XZ 轴丝杠反向间隙补偿执行速度

N722　X….　　Z….

执行两轴反向间隙补偿时的速度。其范围是：1000~5000mm/min。

XZ 轴限位开关的设定(771)

N790　X….　　Z….

这里每个轴对应一个参数，其值是几个功能项的和，选择那几项与使用的机床有关。

01：　代表 X、Z 轴，在插补时影响进给速度；

02：　带正负限位开关的直线轴；

256：　正向限位开关起作用（常闭点输入）

512：　反向限位开关起作用（常闭点输入）

1024：正向限位开关起作用（常开点输入）

2048：反向限位开关起作用（常开点输入）

4096：改变两轴的运行方向，这里区别与平导轨和斜导轨铣床。

用户选定项的和输入 N790 中：

例：01+02+256+512=771。则告诉 CNC：XZ 轴正负限位开关起作用，而且是常闭输入。

格式：　N790　X 771　　Z 771　；（确认限位开关已安装好，才可设为 771）

如设定为 N790　X 3　　Z 3　；（取消限位开关，用于安装设备时调试机床）

如设定为 N790　X 3843　Z 3843　；（确认限位开关已安装好，是常开点输入）

用户密码设定：

N900　X….　　Y….　　；CODE（0）

X 是在使用程序编辑、外部通讯、示教和清除存储器四种方式时设定的口令。

Y 是用于机械数据（P0000 程序）和 P9900 以后程序保护的口令。当省略时或 X=Y=0 时没有口令。

主轴转速的设定（用于驱动变频器）

N901　X….　；(3000 转/分)

主轴的转速，对应于输出口 18 管脚 0~10V 模拟量输出。

当采用变频器驱动主轴时，必须设置 N901 中的 X 值，其速度范围：100~3000 转/分。

N901　Y….；　（9600）

设定与 PC 机进行程序传输时串行口波特率。

语言选择：

N902 Z.... (1)

Z=0 时是德语；Z=1 时是英语；Z=2 时是法语；Z=3 时是荷兰语；Z=4 时是意大利语；Z=5 时是西班牙语；Z=6 时是葡萄牙语；Z=7 时是瑞典语。（一般时为英语：Z=1）

外部信号停止 CNC 操作

N905 X....

X=32 时，在按“C”键和按“回参考点” 键时仅按一次，否则按两次，

X=128 时，代码 G95 的进给速度值来自主轴编码器。

给润滑油间隔时间设定

N906 A....

输出口 8 脚可以提供 1 秒宽的脉冲来给机床导轨加润滑油。加润滑油的时间间隔可通过 N906 中 A 参数设定，单位是：min。

显示器分辨率设定

N921 X....   Y....   Z....   U....

定义显示器的大小和分辨率，X 和 Y 是显示器的分辨率，Z 和 U 是显示器的尺寸大小。

5 寸 LCD 时：X=320（640）、Y=240、Z=114、U=85。

9 寸 LCD 时：X=640、Y=480、Z=192、U=142。

主轴编码器刻线数

N925 X....

X 值为主轴编码器的刻线数，单位：线数/转，如 X=1024

附加项：

针对用户存在丝杠螺纹补偿问题的特殊说明：

该项补偿是为了较正丝杠本身存在的螺距机械偏差。

在执行此项功能前，需要补偿的进给轴必须用 G74 指令回一次机械参考点，这样该项功能才会生效，然后用 G92 指令把参考点坐标设定成“0.000”，这一点将作为丝杠补偿的起始点，之后，每一个补偿点都要以这一点为基准进行严格校对，每个进给轴允许有 32 个补偿点。丝杠误差补偿表存在程序 P0000 程序中，用户具体用到时请与沈阳莱茵机电有限公司联系。

第六章：典型程序举例

用户使用车床数控系统 D-22 时，编写工件程序之前，系统内部必须存有关于机床本身的一些特殊程序，主要包括机械数据 P0000；换刀、换挡程序 P9936；回编程参考点程序 P9974；刀补表 P9900；上电数据保持程序 P9999。

6.1 P0000 机械数据参数程序

P0000

N700 X0004000 Z0004000 ；两轴最大进给速度（mm/min）

N701 X0000100 Z0000100 ；两轴起动速度（mm/min）

N702 X0000100 Z0000100 ；两轴停止速度（mm/min）

N703 X0000100 Z0000100 ；两轴起动加速度（mm/s^2）

N704 X0000100 Z0000100 ；两轴停止加速度（mm/s^2）

N706 X0001250 Z0001250 ；步进电机步数为 1250×4=5000 步

N707 X0000006 Z0000003 ；两轴丝杠螺距分别为 6 mm、3mm

N710 X0003000 Z0003000 ；用 G74 时，回参考点速度为 3000mm/min

N790 X0000771 Z0000771 ；限位开关起作用常闭输入，不用时为“3”

N900 X0000000 Y0000000 Z………. U………. V………. A……….

；口令为“0”不起作用

N901 X0003000 Y0009600 Z………. U………. V………. A……….

；主轴最大转速 3000 转/分；通讯波特率 9600

N902 X……… Y………. Z 0000001 U………. V………. A……….

；选择菜单界面为英语，当 Z=17 时为汉语

N905 X0000128 Y……….. Z……… U………. V………. A……….

；用 G95 时，进给速度来自编码器

当 X=32 时，“C”键和“参考点键”只按一次

N921 X0000640 Y0000240 Z 0000114 U0000085 V………. A……….

；显示器分辨率和尺寸

N925 X0001024 Y0000001 Z………. U………. V………. A……….

；主轴编码器刻线数为 1024 线/1 转

6.2　P9900 刀补表

两轴车床数控机床可能有很多把刀具，当用指令 G11 或 G36 调用任意一把刀具时，CNC 除了完成换刀功能外还要完成刀具补偿和显示功能，G11 或 G36 所调用的每一个刀补值都存在程序 P9900 中。

当用户确定第一号刀作为标准刀位后，其它所有刀具相对于标准刀位的差值将作为每一号刀的刀补，其 XZ 方向的补偿值将存入 P9900 中，R 值为刀具半径方向的补偿值。

```
P9900
N010 X…0.000    Z…0.000    X…0.000    Z…0.000    R…0.000
N011 X…0.000    Z…0.000    X…0.000    Z…0.000    R…0.000

N020 X…0.000    Z…0.000    X…0.000    Z…0.000    R…0.000
N021 X…0.000    Z…0.000    X…2.000    Z…0.000    R…0.000

N030 X…0.000    Z…0.000    X…0.000    Z…0.000    R…0.000
N031 X…0.000    Z…0.000    X…3.000    Z…0.000    R…0.000

N040 X…0.000    Z…0.000    X…0.000    Z…0.000    R…0.000
N041 X…0.000    Z…0.000    X…4.000    Z…0.000    R…0.000
```

第一对 X、Z 值为刀偏量补偿，第二对 X、Z 值为刀损量补偿，两者之和是真正有效补偿值，R 为刀尖半径补偿值。

6.3　P9936 换刀、换挡程序

P9936 程序可以根据用户的要求可随意更改，对应的 G 代码为 G36。

如用户写入 G36　F1000　S02　 T30　M03；表示当前进给速度为 1000mm/min，挡位号为 2，刀具为第 3 把刀 0 号刀补，主轴正转。

当 G36 被执行后，P9936 立即被调用并把 F、S、T 和 M 值分别放入寄存器#80、#81、#82、#83 中，供编程使用。

在 P9936 程序中，#90 寄存器为状态寄存器（8 位），其高 4 位分别对应 F、S、T 和 M 参数的状态，如#90 状态为 10100000，说明 G36 指令中 F 和 T 参数已被写入值，而 S 和 M 参数没被写入值，所以检测时对应的 10 进制数分别为 128、64、32、16。用户如对此定义清楚掌握，编程将会非常方便。

P9936 举例：

```
N010 [00     #092 =        @+...0,128      ;检测是否有 F 功能
N011 [18     #092 = AND    #090            ;与状态位#90 相与，第 8 位
N012 [50   (JUMP ZER TO) N0020             ;结果为 0 跳到 N20 抵行 S 功能
N013 G11 F..#080 S...... T....   M....     ;执行速度 F 值，用 G11 代码
N020 [00     #092 =        @+...0,064      ;检测是否有 S 功能
N021 [18     #092 = AND    #090            ;与状态位#90 相与，第 7 位
N022 [50   (JUMP ZER TO) N0030             ;结果为 0 跳到 N30 抵行 T 功能
N023 G11 F...... S..#081 T....   M....     ;执行变频速度 S 值，用 G11 代码
N030 [00     #092 =        @+...0,032      ;检测是否有 T 功能
N031 [18     #092 = AND    #090            ;与状态位#90 相与，第 6 位
N032 [54   (JUMP NZ  TO) N0600             ;结果不为 0 跳到 N600 抵行换刀子程序
N040 G11 F...... S...... T#082   M....     ;显示当前刀号，并调刀补（P9900 中）
N041 [00     #092 =        @+...0,016      ;检测是否有 M 功能
N042 [18     #092 = AND    #090            ;与状态位#90 相与，第 5 位
N043 [50   (JUMP ZER TO) N0999             ;结果为 0 跳到 N999 整个程序结束
N044 G11 F...... S...... T....   M#083     ;执行 M 代码值，用 G11 代码
N045 G20 P....    N0999    JUMP PROGRAM    ;跳到 N999 整个程序结束；
```

换刀子程序：

```
N600 [80 TOOL CHANGE                       ；注解，换刀开始
N610 [01     #080 = #082 + @+...0,001      ；检测#82 是否为-1，手按 T 键时#82=-1
N611 [54   (JUMP NZ  TO) N0700             ；不为 0 证明是自动换刀，跳到 N700
```

手动换刀：

```
N620 [80 HAND TOOL                         ；注解，手动换刀开始
N621 G22 P9700   N0001   W....             ；扫描键盘，
N630 [02     #072 = #070 - @+...0,001      ；如果输入 1，为第 1 把刀
N631 [54   (JUMP NZ  TO) N0640             ；如果输入不为 1，跳到 N640
N632 [00     #082 =        @+...0,010      ；#82=10，为第一刀，显示用
N633 G20 P....    N0720    JUMP PROGRAM    ；跳到 N720 转刀架
N640 [02     #072 = #070 - @+...0,002      ；如果输入 2，为第 2 把刀
N641 [54   (JUMP NZ  TO) N0650             ；如果输入不为 2，跳到 N650
N642 [00     #082 =        @+...0,020      ；#82=20，为第 2 刀，显示用
N643 G20 P....    N0740    JUMP PROGRAM    ；跳到 N740 转刀架
N650 [02     #072 = #070 - @+...0,003      ；如果输入 3，为第 3 把刀
N651 [54   (JUMP NZ  TO) N0660             ；如果输入不为 3，跳到 N660
N652 [00     #082 =        @+...0,030      ；#82=30，为第 3 刀，显示用
N653 G20 P....    N0760    JUMP PROGRAM    ；跳到 N760 转刀架
N660 [02     #072 = #070 - @+...0,004      ；如果输入 4，为第 4 把刀
N661 [54   (JUMP NZ  TO) N0665             ；如果输入不为 4，跳到 N665
N662 [00     #082 =        @+...0,040      ；#82=40，为第 4 刀，显示用
N663 G20 P....    N0780    JUMP PROGRAM    ；跳到 N780 转刀架
N665 [02     #072 = #070 - @+...0,005      ；如果输入 5，为第 5 把刀
N666 [54   (JUMP NZ  TO) N0670             ；如果输入不为 5，跳到 N670
```

```
N667 [00     #082 =        @+...0,050     ；#82=50，为第 5 刀，显示用
N668 G20 P....   N0800    JUMP PROGRAM    ；跳到 N800 转刀架
N670 [02     #072 = #070 - @+...0,006     ；如果输入 6，为第 6 把刀
N671 [54   (JUMP NZ  TO) N0830            ；如果输入不为 6，跳到 N830 检测对刀
N672 [00     #082 =        @+...0,060     ；#82=60，为第 6 刀，显示用
N673 G20 P....   N0820    JUMP PROGRAM    ；跳到 N820 转刀架
```

自动换刀检测：（通过 G36 完成）

```
N700 [80 AUTO TOOL                        ；注解 ，刀号范围 10~69
N701 [02     #080 = #082 - @+...0,069     ；检测刀号是否超上限 69
N702 [51   (JUMP POS TO) N0999            ；超过 69 无效，程序结束
N703 [02     #080 = #082 - @+...0,059     ；检测刀号是否大于 59
N704 [51   (JUMP POS TO) N0820            ；大于 59，为 6 刀，跳到 N820 转刀架
N705 [02     #080 = #082 - @+...0,049     ；检测刀号是否大于 49
N706 [51   (JUMP POS TO) N0800            ；大于 49，为 5 刀，跳到 N800 转刀架
N707 [02     #080 = #082 - @+...0,039     ；检测刀号是否大于 39
N708 [51   (JUMP POS TO) N0780            ；大于 39，为 4 刀，跳到 N780 转刀架
N709 [02     #080 = #082 - @+...0,029     ；检测刀号是否大于 29
N710 [51   (JUMP POS TO) N0760            ；大于 29，为 3 刀，跳到 N760 转刀架
N711 [02     #080 = #082 - @+...0,019     ；检测刀号是否大于 19
N712 [51   (JUMP POS TO) N0740            ；大于 19，为 2 刀，跳到 N740 转刀架
N713 [02     #080 = #082 - @+...0,009     ；检测刀号是否大于 9
N714 [51   (JUMP POS TO) N0720            ；大于 9，为 1 刀，跳到 N720 转刀架
N715 G20 P....   N0999    JUMP PROGRAM    ；如果输入小于 9，程序结束
```

转刀架程序：

```
N720 [80 TOOL 1                           ；刀号 1 注解
N721 G23 P....   N0040   W....   M0174    ；检测如第 4 输入脚为低电平，返回 N40
N722 G13 M0143 M0174 M0153 M.... M....    ；正转刀架至检测到低电平，然后停止
N730 G13 M0144 M4100 M0154 M.... M....    ；反转刀架延时 1 秒，然后停止
N731 G11 F...... S...... T#082   M....    ；显时刀位状态，并调刀补
N732 G20 P....   N0040    JUMP PROGRAM    ；换刀后返回 N40
N740 [80 TOOL 2                           ；刀号 2 注解
N741 G23 P....   N0040   W....   M0175    ；检测当前是第 2 号刀，返回 N40
N742 G13 M0143 M0175 M0153 M.... M....    ；正转刀架至检测到低电平，然后停止
N743 G20 P....   N0730    JUMP PROGRAM    ；跳到 N730 反转、调刀补并返回
N760 [80 TOOL 3                           ；刀号 3 注解
N761 G23 P....   N0040   W....   M0176    ；检测当前是第 3 号刀，返回 N40
N762 G13 M0143 M0176 M0153 M.... M....    ；正转刀架至检测到低电平，然后停止
N763 G20 P....   N0730    JUMP PROGRAM    ；跳到 N730 反转、调刀补并返回
N780 [80 TOOL 4                           ；刀号 4 注解
N781 G23 P....   N0040   W....   M0177    ；检测当前是第 4 号刀，返回 N40
N782 G13 M0143 M0177 M0153 M.... M....    ；正转刀架至检测到低电平，然后停止
N783 G20 P....   N0730    JUMP PROGRAM    ；跳到 N730 反转、调刀补并返回
N800 [80 TOOL 5                           ；刀号 5 注解
N801 G23 P....   N0040   W....   M0178    ；检测当前是第 5 号刀，返回 N40
N802 G13 M0143 M0178 M0153 M.... M....    ；正转刀架至检测到低电平，然后停止
N803 G20 P....   N0730    JUMP PROGRAM    ；跳到 N730 反转、调刀补并返回
N820 [80 TOOL 6                           ；刀号 6 注解
N821 G23 P....   N0040   W....   M0271    ；检测当前是第 6 号刀，返回 N40
N822 G13 M0143 M0271 M0153 M.... M....    ；正转刀架至检测到低电平，然后停止
N823 G20 P....   N0730    JUMP PROGRAM    ；跳到 N730 反转、调刀补并返回

N999 [80 END                              ；程序结束
```

注：P9936 程序中的 F、S、T、M 参数分别对应寄存器号为#80、#81、#82、#83
#90 寄存器为 8 位，其高 4 位为状态位；
如#90=10100000 表示有 F、T 功能，没有 S、M 功能；

用户自定义指令 G78、G79、G81 对应的程序分别为 P9978、P9979、P9981 ；
其六个参数 X、Y、Z、U、V、A 对应#80、#81、#82、#83、#84、#85；
和 P9936 一样，用户可实现各种编程功能。

6.4 P9974 回编程参考点程序

在手动状态下如按回参考点键时，D-22 自动起动 P9974 程序，参考点位置可在该状态下由用户随意更改，编程参考点就是用户选择的某一点为了方便换刀具和装夹工件，理论上任何一点都可以作为编程参考点。

```
P9974
N001  ↓80   SET  HOME  POSITION          ；供显示内容，设置参考点
N002  ↓80   MOVE  HOME                   ；供显示内容，回参考点

N050  ↓00   #000 =     @+…1.254          ；显示地址，在显示器左下角
N051  ↓83   #001  #…  #…  #…  #…         ；显示‘SET HOME POSITION’
N052  ↓00   #040 =     @+…0.051          ；图形库内存地址，内部有很多图标
N053  ↓00   #043 =     @+…49.372         ；输入键图标内存地址
N054  ↓00   #044 =     @+…0.027          ；输入键图标在图形库中序号
N055  ↓82   #000  #…  #…  #…  #…         ；调用图库程序并把输入键图标显示出来

N060  ↓00   #000 =     @+…7.910          ；显示地址，在显示器右下角
N061  ↓83   #002  #…  #…  #…  #…         ；显示‘MOVE HOME POSITION’
N062  ↓00   #040 =     @+…0.051          ；图形库内存地址，内部有很多图标
N063  ↓00   #043 =     @+…56.028         ；回参考点键图标内存地址
N064  ↓00   #044 =     @+…0.086          ；回参考点键图标在图形库中序号
N065  ↓82   #000  #…  #…  #…  #…         ；调用图库并把回参考点键图标显示出来

N100  ↓89   #080  #…  #…  #…  #…         ；键盘扫描，扫描值放入#80 中
N101  ↓50   (JUMP ZER TO)  N102          ；如没有按键输入则循环扫描

N102  ↓02   #081 = #080 - @+…0.030       ；30 为回参考点键号
N103  ↓50   (JUMP ZER TO)  N700          ；如扫到的是“参考点键”跳到 N700
N104  ↓02   #081 = #080 - @+…0.015       ；15 为输入键键号
N105  ↓54   (JUMP NZ TO)  N900           ；如没扫到“输入键”跳到 N900

N106  ↓96   #005  #020  #001  #…  #…     ；扫到输入键把当前坐标放到#082~#84 中
N107  ↓53   (JUMP  TO)  N900             ；跳到 N900 句
N700  G90   ABSOLUTE  INPUT              ；绝对坐标编程
N701  ↓01   #024 = #020 + @+…#020        ；X 轴坐标值为直径输入
N702  G00   X…#024  Z…#021               ；两轴快速回参考点
N900  G13   M0019 M….. M….. M….. M…..    ；等到所有进给轴停止
N901  ↓00   #040 =     @+…0.027          ；回到手动操作方式
N902  ↓00   #044 =     @+…0.025
N903  ↓82   #000  #…  #…  #…  #…  #…
```

第七章： 外部连线与安装调试

7.1 电气特性

CNC 输入电源： 180~260VAC，50Hz，最大功耗 150W，正式工作时要通过单独隔离变压器给 CNC 供电，这样可以抑制高频干扰

X1 输入口： 外部提供 24VDC 开关电源，每路最大输入电流为 6mA.

X2 输出口: 外部提供 24VDC 开关电源，每路最大输出电流为 500mA，同一时间所有输出口的输出电流总和不能超过 2A。

工作温度： 0 ~ +50℃之间即可正常工作。

存放温度： -10 ~ +60℃之间 （受 LCD 显示器限制）

湿　　度： 不能在结霜及湿度大于 85%的环境下工作。

24VDC 电源： 输入、输出口使用的 24VDC 开关电源用户自已提供，最小容量 2.2A。

7.2 接线要求

CNC 与机床之间的任何连线工作都要在断电后才能操作，必须由有经验，合格的电气工程师进行。不允许带电对 CNC 系统、电机和驱动器进行任何测量。接线工作都要按 CNC 和电机驱动器说明书严格执行。

CNC、电机和驱动器要正确地与机床接地、与 CNC 相连的所有信号线一定要用带屏蔽的电缆，控制脉冲电缆的屏蔽层一端与系统外壳接地，另一端悬空，以免造成天线效应，信号线和各种电缆的接头必须要用绝缘套管套好，以免同裸线和壳体接触造成短路，损害设备。连接驱动器和电机间的动力电缆和所有地线是靠螺钉来固定的，这些线的两端要用金属套管压好，然后靠螺钉固定。

***CNC 电源开关**

由用户自己连接，它用于关掉 CNC 系统和电机驱动器的电源。

***急停开关**

只是故障状态时才能使用，它用来关掉 CNC 系统，电机驱动器和机床的所有电源，以确保人员和设备的安全。也可以用来关掉电机驱动器和主轴电机的电源。

***限位开关**

通过 X85 专用口与 CNC 相连，限位开关所需电源由外部 24V 电源提供，限位开关接成常开还是常闭，可由机械数据来定。

本系统 D-22 配备德国百格拉公司生产的三相混合式步进电机时，控制信号是方向和脉冲 5VDC 驱动，使用百格拉步进电机，连线非常简单，每个电机只需要 3 根信号线：方向，脉冲，公共信号 0V。

7.3 CNC 的输入输出口

CNC-D22 共有 6 个 I/O 口，分别为：

X1 输入口：　　　接收来自机床上的检测信号；

X2 输出口：　　　输出到自机床上的各种控制信号；

X3 控制口：　　　输出到驱动器上的脉冲、方向控制信号；

X4 编码器口：　　接收主轴编码器信号；

X6 外部通讯口：　用于 CNC 与 PC 机间的程序传输；

X85 限位开关口：用于连接 XYZ 轴正负限位开关；

下图为 D-22 系统连线示意图：

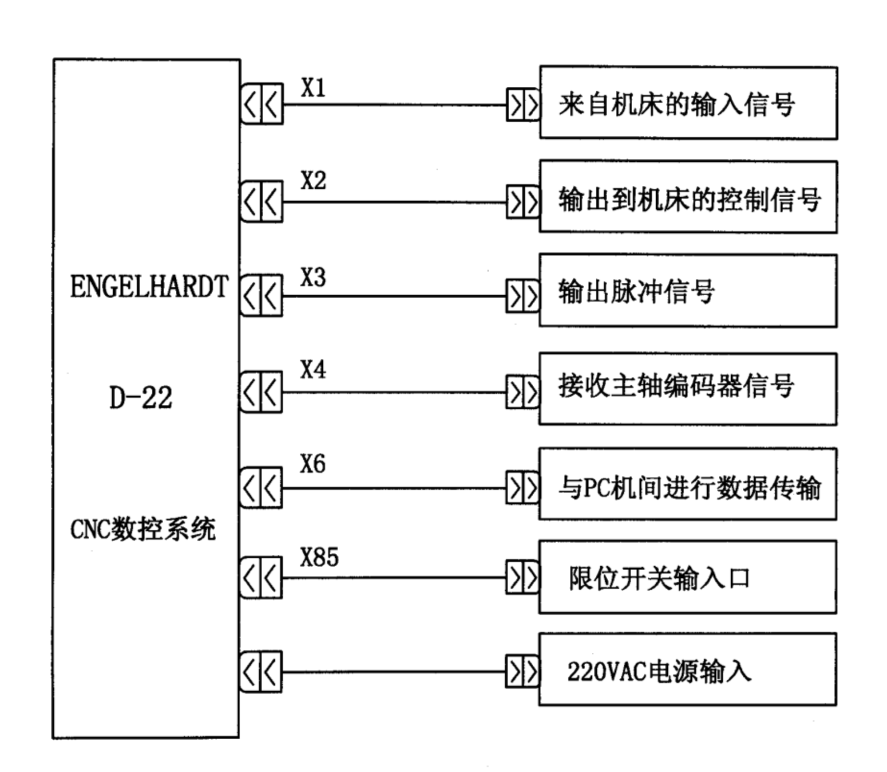


图 21：CNC 与外部设备连接示意图

7.3.1 X1 输入口

X1 输入口在 CNC 后面底部，为 37 芯母插头，外部用户接线是 37 芯的公插头，X1 口共有 18 个输入回路。

管脚排序及操作指令定义:

管脚	信号	管脚	信号	有 24V 输入	无 24V 输入
1 脚	IN1+	20 脚	IN1-	M161	M171
2 脚	IN2+	21 脚	IN2-	M162	M172
3 脚	IN3+	22 脚	IN3-	M163	M173
4 脚	IN4+	23 脚	IN4-	M164	M174
5 脚	IN5+	24 脚	IN5-	M165	M175
6 脚	IN6+	25 脚	IN6-	M166	M176
7 脚	IN7+	26 脚	IN7-	M167	M177
8 脚	IN8+	27 脚	IN8-	M168	M178
9 脚	IN9+	28 脚	IN9-	M261	M271
10 脚	IN10+	29 脚	IN10-	M262	M272
11 脚	IN11+	30 脚	IN11-	M263	M273
12 脚	IN12+	31 脚	IN12-	M264	M274
13 脚	IN13+	32 脚	IN13-	M265	M275
14 脚	IN14+	33 脚	IN14-	M266	M276
15 脚	IN15+	34 脚	IN15-	M267	M277
16 脚	IN16+	35 脚	IN16-	M268	M278
17 脚	IN17+	36 脚	IN17-	未定义	
18 脚	IN18+	37 脚	IN18-	未定义	

系统输入口内部均为光藕输入，带短路保护电阻（4K），由外部提供 24VDC 电源，每路允许最大输入电流 6mA，每路输入口可根据要求连接成高电平有效或低电平有效。当接成高有效时，把负端（20~37 脚）接到 0V 上，正端接到对应的检测信号上。当接成低有效时，把正端（1~18 脚）接到 24V 上，负端接到对应的检测信号上。

上面列表中 IN 来自于 INPUT 的前两个字母，IN1+与 IN1-是第一组回路的两个正负端子，其它 17 组回路也是如此，每个输入口均定义了自己的 M 代码，输入口 1~8：有 24V 电源输入时为 M161~M168，无输入时为 M171~178；输入口 9~16：有 24V 电源输入时为 M261~M268，无输入时为 M271~278； 17、18 两组信号暂时无定义。

输入口有以下两种接线方式

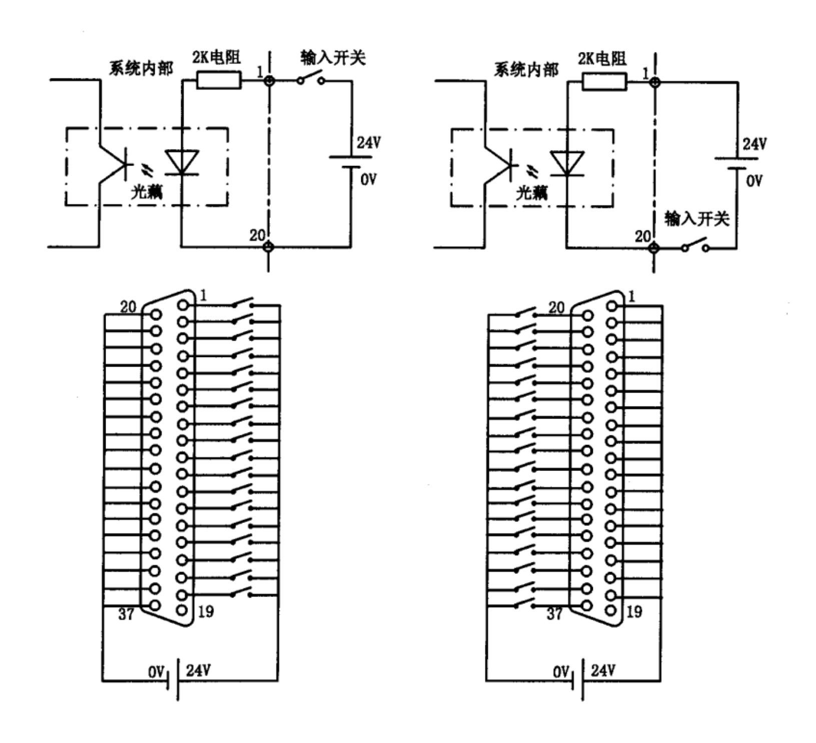


图 22：输入接线方式 A　　　　图 23：输入接线方式 B

如上图每路输入口都可以单独连接成高电平有效或低电平有效，高电平有效时，把所有的负端接到外接电源 0V 上，正端接到对应的信号上；当连接成低电平有效时，把所有的正端接到外接电源 24V 上，负端接到对应的信号上（一般连接为方式 A）。用户也可以部分输入口连成高电平有效，而另外部分输入口连成低电平有效。

7.3.2 X2 输出口

输出口 X2 在 CNC 后面底部，为 37 芯公插头，用户外部接线为 37 芯母插头，18 个独立输出回路。

管脚排序及操作指令定义:

管脚	信号	管脚	信号	接通回路	断开回路
1 脚	OUT1+	20 脚	OUT1-	M141	M151
2 脚	OUT2+	21 脚	OUT2-	M142	M152
3 脚	OUT3+	22 脚	OUT3-	M143	M153
4 脚	OUT4+	23 脚	OUT4-	M144	M154
5 脚	OUT5+	24 脚	OUT5-	M145	M155
6 脚	OUT6+	25 脚	OUT6-	M146	M156
7 脚	OUT7+	26 脚	OUT7-	M147	M157
8 脚	OUT8+	27 脚	OUT8-	M148	M158
9 脚	OUT9+	28 脚	OUT9-	M241	M251
10 脚	OUT10+	29 脚	OUT10-	M242	M252
11 脚	OUT11+	30 脚	OUT11-	M243	M253
12 脚	OUT12+	31 脚	OUT12-	M244	M254
13 脚	M03+	32 脚	M03-	主轴正转；停止用 M05	
14 脚	M04+	33 脚	M04-	主轴反转；停止用 M05	
15 脚	M05+	34 脚	M05-	主轴停止 M05	
16 脚	M08+	35 脚	M08-	冷却起动 M08；停止用 M09	
17 脚	M10+	36 脚	M10-	夹盘夹紧 M10；停止用 M11	
18 脚	SPEED+	37 脚	SPEED-	内部输出 0~10V 模拟量，控制变频器，不须外接 24V 电源！	

上表中 OUT 字样来自于“OUTPUT”的前 3 个字母，例如 OUT1+和 OUT1-表示第一路输出的两个正负端子，每路输出均有自己专用的 M 代码。

18 路输出口中除第 18 路外（第 18 路为专用独立管脚，输出 0~10V 模拟量控制变频器），其它 17 路均需要外接 24V 电源，每路最大电流为 500mA，每路输出口内部相当于一个开关，外部一般为继电器设备，接线方式均可以接成高电平有效或低电平有效，当接成高有效时，把所有负端与 0V 相连，正端接到寄电器设备上；当接成低有效时，把所有正端与 24V 相连，负端接到继电器设备上，具体操作可参考下面图形：

输出口有以下两种接线方式

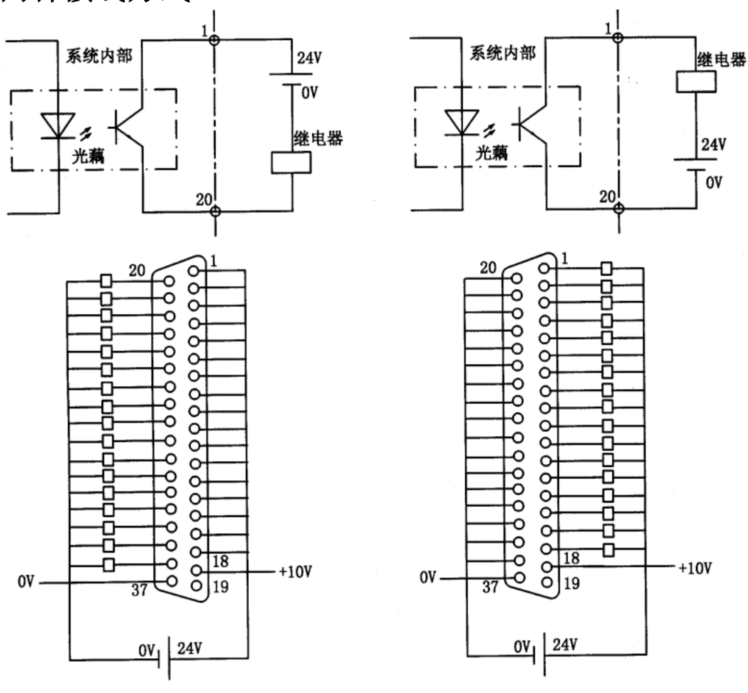


图 24：输出方式 A　　　　　　图 25：输出方式 B

通过管脚 18（SPEED+）和 37（SPEED-）输出 0~10V 模拟量，用于控制主轴变频器，不用时两脚必须悬空，变频器控制主轴最高转速通过机械数据中 N901 语句 X 参数设定，最大值一般为 3000 转/分，输出 0V 时主轴转速为 0；10V 时对应 3000 转/分。

例：G11 F……　S2000　T……　M……；电机转速为 2000 转/分

7.3.3 X3 控制信号口

X3 口在 CNC 上为 15 芯母插头，CNC 通过 X3 口控制步进电机驱动器和数字交流伺服电机驱动器，X3 口输出的是 5VDC 脉冲和方向信号，高电平有效。

管脚定义如下：

管脚　　信号

1 脚　　0V；脉冲和方向 0V（共阴极）

2 脚　　Dir-X；X 轴方向信号

3 脚　　Dir-Z；Z 轴方向信号

8 脚　　Pulse- X；X 轴脉冲信号

9 脚　　Pulse- Z；Z 轴脉冲信号

具体接线图：

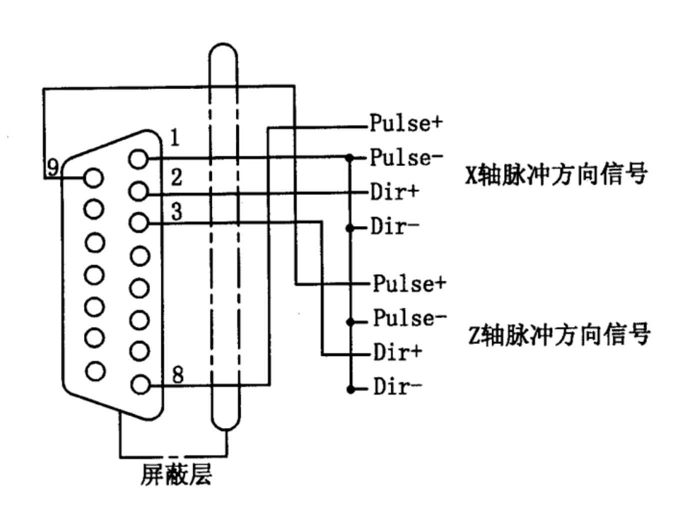


图 26：X3 控制口接线图

***控制步进电机：**

图 21 是 CNC 输出脉冲和方向信号的示意连线图，当控制步进电机驱动器时，每个轴仅用三根线，一根线是脉冲信号，一根线是方向信号，最后一根是信号 0V（共用），信号 0V 不是壳体地！

***控制伺服电机：**

当控制数字交流伺服电机驱动器时，每个轴也仅用三根控制线，用法与步进电机驱动器相同。但要把伺服电机编码器的 Z 脉冲信号（零位信号）接到 X1 输入口某路管脚上。Z+和 Z-分别接到某路输入口的正端和负端上，编码器 Z 脉冲信号已自带电源，不需再接外部 24VDC 电源。

注意：有的交流伺服电机编码器的 Z 信号脉宽太窄，CNC 可能会检测不到。还要注意输入口是 24VDC。当电平不匹配或检测不到 Z 信号脉宽时，请与沈阳莱茵机电有限公司联系。

***屏蔽层的连接：**

XZ 轴的信号电缆必须是屏蔽电缆，其屏蔽层只能单端接地，且必须与 CNC 壳体相连！电缆中没用到的线一定要剪掉，然后用胶布包好，使它不能与地或其他信号线有任何接触。

***地线的连接：**

CNC、电机、驱动器的壳体必须要用直径大于 3 平方毫米的铜线与机床很好地接地。铜线的两端尽可能大面积接地，地线尽量短，要远离信号线。不良地线将降低机床的抗干扰能力和安全可靠性，公共地线也可以防止漏电和造成触电等危险。

7.3.4 X4 主轴编码器输入口

X4 口在 CNC 上是 9 芯母插头，外部接线是 9 芯的公插头，主轴编码器信号通过 X4 口输入到 CNC。

管脚定义如下：

管脚	信号
1 脚	+5V 电源（系统内部提供）
2 脚	0V 电源（系统内部提供）
3 脚	A+信号
4 脚	B+信号
5 脚	A-信号
6 脚	B-信号
7 脚	C+信号
8 脚	C-信号

下面为具体接线图：

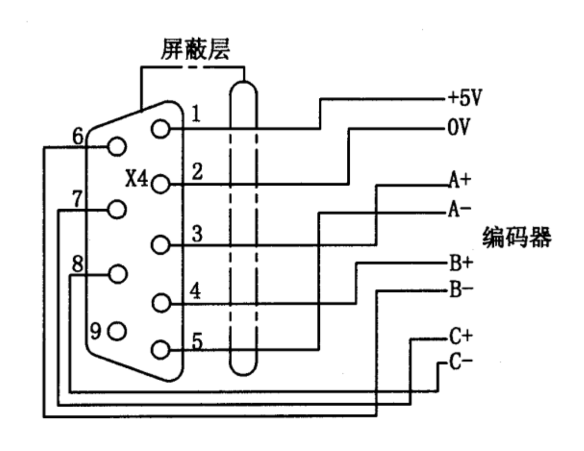


图 27：编码器口连线图

注意：电缆的屏蔽层要与 CNC 和编码器的壳体双端连接！

7.3.5　X6 通讯口（RS232）

该通讯口用于 PC 机与 CNC 间的程序传输。

注意：电缆的屏蔽层要与 CNC 和 PC 机的壳体双端连接！

CNC管脚			PC机管脚	
2	RXD	—	3	TXD
3	TXD	—	2	RXD
5	GND	—	5	GND
7	RTS	—	8	CTS
8	CTS	—	7	RTS

图 28：管脚号定义：

7.3.6 限位开关输入口 X85

限位开关口为 25 芯母插头，用户外部接线为 25 芯公插头。

管脚定义：

2 脚　　X 轴正向限位开关（X+）

6 脚　　X 轴负向限位开关（X-）

15 脚　Z 轴正向限位开关（Z+）

19 脚　Z 轴负向限位开关（Z-）

10 脚、23 脚为以上四个信号的公共 0V。

具体接线图：

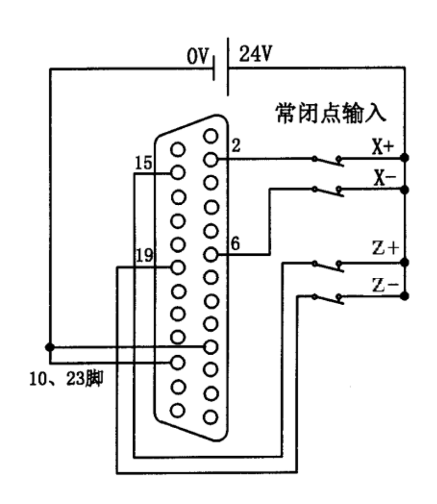


图 29：限位开关输入口接线

限位开关可接成常开点输入或常闭点输入，具体通过机床数据 P0000 程序 N790 语句来定，四个信号采用共阴极输入（10 脚、23 脚为公共端 0V）。